

**Беркут-ММТ**  
Модуль анализа интерфейсов Е1

---

Руководство по эксплуатации  
Версия 2.1.5-0 2013

---

Метротек

Никакая часть настоящего документа не может быть воспроизведена, передана, преобразована, помещена в информационную систему или переведена на другой язык без письменного разрешения производителя.

Производитель оставляет за собой право без дополнительного уведомления вносить не влияющие на работоспособность прибора **Беркут-ММТ** изменения в аппаратную часть карты или программное обеспечение, а также в настоящее руководство по эксплуатации.

---

# Оглавление

---

<b>1</b>	<b>Условные обозначения и сокращения</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Общие сведения</b>	<b>9</b>
2.1	Область применения . . . . .	9
2.2	Основные возможности . . . . .	9
<b>3</b>	<b>Комплект поставки</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>Описание сменного модуля</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>Работа с графическим интерфейсом</b>	<b>15</b>
5.1	Обзор . . . . .	15
5.2	Получение сводки об измерениях и настройках . . . . .	17
5.3	Диагностика состояния тестируемого интерфейса . . . . .	18
<b>6</b>	<b>Линейный интерфейс</b>	<b>19</b>
6.1	Режим . . . . .	19
6.2	Структура потока . . . . .	21
6.3	Синхронизация передатчика . . . . .	22
6.4	Частота сигнала . . . . .	22
6.5	Дополнительные настройки . . . . .	23
<b>7</b>	<b>Временные интервалы</b>	<b>25</b>
7.1	Общие настройки . . . . .	25
7.2	Выбор типа ПСП . . . . .	27
7.3	Голосовые функции . . . . .	29
<b>8</b>	<b>Базовые измерения</b>	<b>31</b>
8.1	Общие настройки . . . . .	31
8.2	Схемы подключения прибора . . . . .	32

8.3	Проведение измерений . . . . .	34
8.3.1	Длительность измерений . . . . .	34
8.3.2	Индикатор времени тестирования . . . . .	35
8.4	Результаты измерений . . . . .	35
8.4.1	G.821 . . . . .	36
8.4.2	G.826 . . . . .	39
8.4.3	Ошибки . . . . .	45
8.4.4	Аварии . . . . .	48
8.4.5	Временное распределение событий . . . . .	51
<b>9</b>	<b>Генерация ошибок</b>	<b>55</b>
9.1	Общие настройки . . . . .	55
9.2	Генерация ошибок . . . . .	57
9.3	Генерация аварий . . . . .	57
<b>10</b>	<b>Джиттер</b>	<b>59</b>
10.1	Схемы подключения прибора . . . . .	59
10.2	Проведение измерений . . . . .	60
10.3	Генерация джиттера . . . . .	60
10.4	Джиттер . . . . .	62
10.5	JTF . . . . .	63
10.6	MTJ . . . . .	64
<b>11</b>	<b>Форма импульса</b>	<b>67</b>
11.1	Проведение измерений . . . . .	67
11.2	Форма импульса . . . . .	67
11.3	Осциллограмма . . . . .	70
<b>12</b>	<b>Просмотр данных</b>	<b>71</b>
12.1	Sa/Si биты . . . . .	71
12.2	CAS биты . . . . .	73
12.3	Просмотр FAS/NFAS . . . . .	74
12.4	Просмотр кадра . . . . .	75
<b>13</b>	<b>Сохранение/загрузка результатов измерений</b>	<b>77</b>

<b>14 Методика поверки</b>	<b>81</b>
14.1 Общие сведения . . . . .	81
14.2 Операции поверки . . . . .	81
14.3 Средства поверки . . . . .	82
14.4 Требования к квалификации . . . . .	82
14.5 Требования безопасности . . . . .	83
14.6 Условия поверки . . . . .	83
14.7 Подготовка к поверке . . . . .	83
14.8 Проведение поверки . . . . .	83
14.8.1 Внешний осмотр . . . . .	83
14.8.2 Опробование . . . . .	84
14.8.3 Погрешность установки тактовой частоты . . . . .	85
14.8.4 Определение параметров выходных импульсов . . . . .	85
14.8.5 Погрешность измерения размаха джиттера . . . . .	85
14.8.6 Определение чувствительности приёмника . . . . .	87
14.9 Оформление результатов поверки . . . . .	87
<b>А Спецификации</b>	<b>89</b>
А.1 Характеристики передатчика . . . . .	89
А.2 Технические характеристики приёмника . . . . .	90
А.3 Гарнитура . . . . .	91
А.4 Назначение контактов разъёмов Rx/Tx и Sync . . . . .	92
А.5 Условия эксплуатации . . . . .	92
<b>В Устранение неисправностей</b>	<b>93</b>
<b>С Структура каталогов</b>	<b>95</b>
<b>Литература</b>	<b>97</b>



## 1. Условные обозначения и сокращения

В данном руководстве используются обозначения, приведённые в таблице 1.1.

Таблица 1.1. Условные обозначения

Обозначение	Комментарий
<i>Примечание:</i>	Важное указание или замечание
Текст, Текст	Обозначение пункта меню прибора

В тексте руководства без расшифровки будут применяться сокращения, приведённые в таблице 1.2.

Таблица 1.2. Сокращения

Сокращение	Комментарий
ВИ	Временной интервал
ИКМ	Импульсно-кодовая модуляция
ПСП	Псевдослучайная последовательность
MTJ	Maximum Tolerable Jitter (Максимально допустимый джиттер)
JTF	Jitter Transfer Function (Передаточная характеристика джиттера)
SLA	Service Level Agreement (Соглашение об уровне обслуживания)
АЧХ	Амплитудно-частотная характеристика
DUT	Device Under Test (Тестируемое устройство/сеть/тракт)
ФНЧ	Фильтр нижних частот
ФВЧ	Фильтр верхних частот
UIpp	Unit Interval, peak-to-peak (Тактовый интервал)





---

## 2. Общие сведения

---

Модуль анализа интерфейсов E1 В5-E1-4 (далее – модуль, модуль E1) совместно с измерительной платформой **Беркут-ММТ** предназначен для проведения анализа интерфейсов E1, позволяет оперативно обнаруживать и устранять неполадки в трактах ИКМ.

### 2.1 Область применения

Модуль E1 обладает набором функций, которые позволяют использовать его в следующих областях:

- проверка корректности работы оборудования при вводе ИКМ-тракта в эксплуатацию;
- мониторинг ИКМ-тракта на наличие ошибок, аварий, сбоя синхронизации, проверка частоты сигнала и формы импульса без вывода канала из обслуживания;
- диагностика и устранение неисправностей на повреждённых участках сети с использованием режимов с выводом канала из обслуживания и без вывода канала из обслуживания.

### 2.2 Основные возможности

- Диагностика неисправностей в системах E1 на физическом, канальном и сетевом уровнях.
- Измерение и анализ параметров интерфейсов E1 в соответствии с Рекомендациями МСЭ-Т G.821 [1], G.826 [2], M.2100 [3].
- Анализ SLA в соответствии с Приказом №92<sup>1</sup> Министерства связи и информатизации РФ.
- Автоматическая проверка соответствия формы импульса шаблону, указанному в Рекомендации МСЭ-Т G.703 [4].
- Измерение и генерация джиттера в соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т O.171 [5]), анализ MTJ и JTF.

---

<sup>1</sup>Приказ от 10 августа 1996 г. об утверждении «Норм на электрические параметры основных цифровых каналов и трактов магистральной и внутризоновых первичных сетей ВСС России».

- Измерение вандера.
- Мониторинг содержимого временного интервала.
- Генерация и анализ сигналов звуковой частоты.
- Формирование тестовых ПСП, возможность задавать пользовательскую ПСП.
- Генерация ошибок и аварий.
- Формирование и анализ структурированных (ИКМ30, ИКМ31, ИКМ30С, ИКМ31С) и неструктурированного потоков.
- Представление результатов анализа ошибок и аварий в виде гистограмм и хронограмм.

---

### 3. Комплект поставки

---

Таблица 3.1. Комплект поставки

<b>Наименование</b>	<b>Кол-во</b>
Модуль анализа интерфейсов E1	1
Кабель измерительный	2
Брошюра « <b>Беркут-ММТ</b> . Модуль анализа интерфейсов E1. Руководство по эксплуатации»	1
Брошюра « <b>Беркут-ММТ</b> . Модуль анализа интерфейсов E1. Паспорт»	1



## 4. Описание сменного модуля

Вид передней и задней панелей модуля E1 представлен на рис. 4.1 и рис. 4.2.

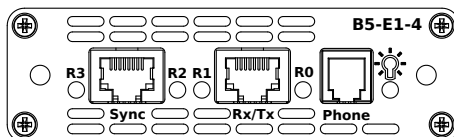


Рис. 4.1. Передняя панель модуля E1

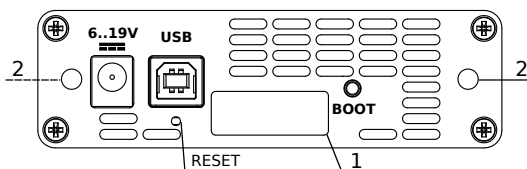


Рис. 4.2. Задняя панель модуля E1

Описание светодиодных индикаторов приведено в таблице 4.1.

Таблица 4.1. Описание индикаторов

Маркировка	Описание
R3, R2, R1, R0	Светодиоды, отображающие активность приёмного порта: <ul style="list-style-type: none"> <li>– не горит — порт выключен;</li> <li>– горит зелёным — порт включен, сигнал есть;</li> <li>– горит красным — порт включен, сигнала нет.</li> </ul>

Таблица 4.1. Описание индикаторов: продолжение



Светодиод, отображающий подключение внешнего питания.

- не горит — питание не подано или модуль неисправен (см. раздел В);
- горит зелёным — питание подано, модуль в рабочем режиме;
- горит красным — питание подано, модуль в нерабочем режиме (см. раздел В).

Назначение разъёмов и подключаемые к ним устройства приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2. Описание разъёмов модуля

Маркировка	Назначение	Подключаемое устройство
Sync	E1 синхронизация	Кабель измерительный
Rx/Tx	E1 приём/передача	Кабель измерительный
Phone	Подключение гарнитуры или микротелефонной трубки <sup>1</sup>	Гарнитура телефонная ТА06. Микротелефонная трубка
6..19 V	Подключение внешнего блока питания	Блок питания <sup>2</sup>
USB	Подключение к ПК по интерфейсу USB	Кабель USB <sup>3</sup>
рис. 4.2, разъём 1	Подключение к анализатору	Анализатор Беркут-ММТ

Цифрой 2 на рис. 4.2 обозначены отверстия для закрепления модуля в приборе с помощью крепёжных винтов.

Кнопка BOOT и кнопка, обозначенная на рис. 4.2 как RESET, служат для обновления прошивки микроконтроллера модуля.

Кнопка RESET также служит для сброса модуля при подключении по USB и/или при наличии внешнего питания.

<sup>1</sup>Схема контактов разъёма гарнитуры приведена в прил. А.3.

<sup>2</sup>В стандартную комплектацию не входит.

<sup>3</sup>В стандартную комплектацию не входит.

## 5. Работа с графическим интерфейсом

### 5.1 Обзор

Главное меню «Е1 — Анализ» содержит кнопки перехода к приложениям для проведения измерений и кнопки перехода к настройкам параметров измерений. Слева на экране располагаются индикаторы событий, индикатор уровня заряда батареи и кнопка для просмотра статусной панели.

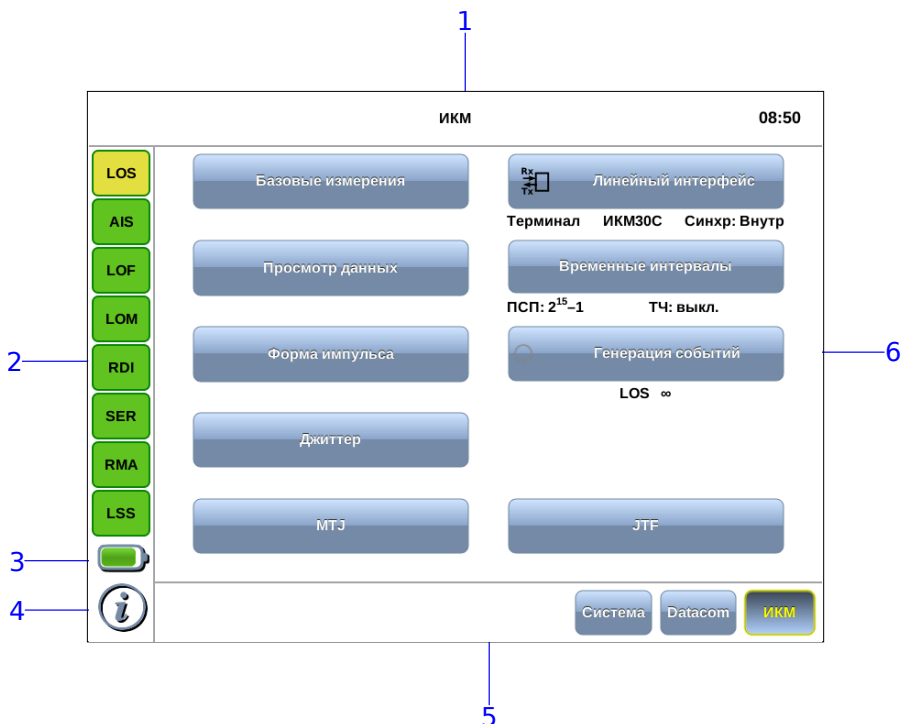


Рис. 5.1. Главное меню

Цифрами на рисунке обозначены:

1 — текущий режим измерений;

**2** — панель индикаторов состояния тестируемых интерфейсов (см. раздел 5.3);

**3** — иконка статуса батареи<sup>1</sup>;

**4** — иконка информации об основных настройках тестов (см. раздел 5.2);

**5** — панель переключения режимов измерений<sup>2</sup>;

**6** — кнопки перехода к настройкам параметров измерений и приложениям для запуска измерений.



---

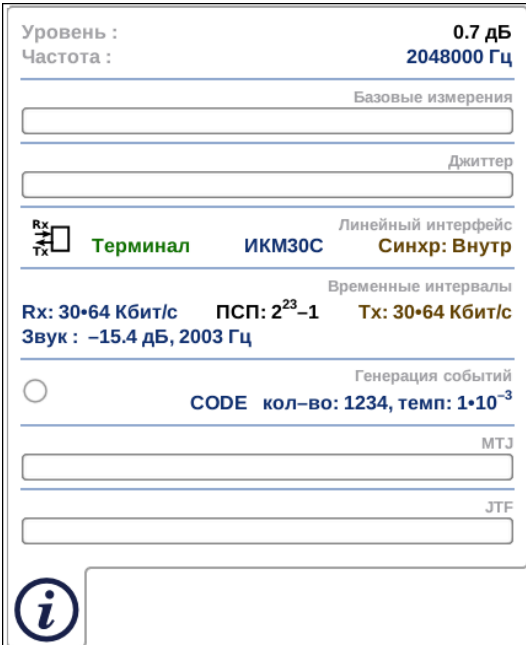
<sup>1</sup>Подробное описание представлено в брошюре «**Беркут-ММТ**. Универсальный анализатор телекоммуникационных сетей. Руководство по эксплуатации».

<sup>2</sup>Подробное описание представлено в брошюре «**Беркут-ММТ**. Универсальный анализатор телекоммуникационных сетей. Руководство по эксплуатации».



## 5.2 Получение сводки об измерениях и настройках



Статусная панель отображается при нажатии на кнопку  или  <sup>3</sup> и содержит информацию о настройках основных тестов, а также о состоянии выполняющихся измерений.



Уровень : **0.7 дБ**  
Частота : **2048000 Гц**

Базовые измерения

Джиттер

  **Терминал** **ИКМ30С** **Синхр: Внутр** **Линейный интерфейс**

Временные интервалы  
**Rx: 30•64 Кбит/с** **ПСП: 2<sup>23</sup>-1** **Тх: 30•64 Кбит/с**  
**Звук : -15.4 дБ, 2003 Гц**

Генерация событий  
**CODE кол-во: 1234, темп: 1•10<sup>-3</sup>**

MTJ

JTF




Рис. 5.2. Статусная панель

На панели отображаются:

- уровень и частота принимаемого сигнала;
- индикатор времени тестирования для запущенного теста;
- тип события и параметры генерации события;
- режим работы прибора, тип потока, способ синхронизации;
- скорость приёма и передачи данных, тип ПСП, уровень и частота звукового сигнала.

<sup>3</sup>Кнопка  расположена на передней панели корпуса прибора.

### 5.3 Диагностика состояния тестируемого интерфейса

При проведении измерений осуществляется четырёхцветная индикация событий:

- зелёный — отсутствие аварий и ошибок, всё в порядке;
- красный — в настоящее время наблюдается ошибка или авария;
- жёлтый — отсутствие ошибки или аварии на текущий момент, но с момента сброса состояния индикаторов данные события были обнаружены.
- не горит — ошибка/авария в данном режиме не определяется.

Ниже представлено описание индикаторов событий.

<b>LOS</b>	Отсутствие сигнала.
<b>AIS</b>	Индикация аварийного состояния.
<b>LOF</b>	Авария цикловой синхронизации.
<b>LOM</b>	Авария сверхцикловой синхронизации.
<b>RDI</b>	Авария дальней станции.
<b>SER</b>	Превышение порога ошибок.
<b>RMA</b>	Авария сверхцикла дальней станции.
<b>LSS</b>	Потеря синхронизации с принимаемой тестовой последовательностью.

Сброс состояния индикаторов выполняется при нажатии на любой индикатор.

## 6. Линейный интерфейс

Приложение «E1 — Линейный интерфейс» позволяет настроить параметры линейного интерфейса, выбрав режим работы модуля E1, структуру потока и тип синхронизации передатчика.

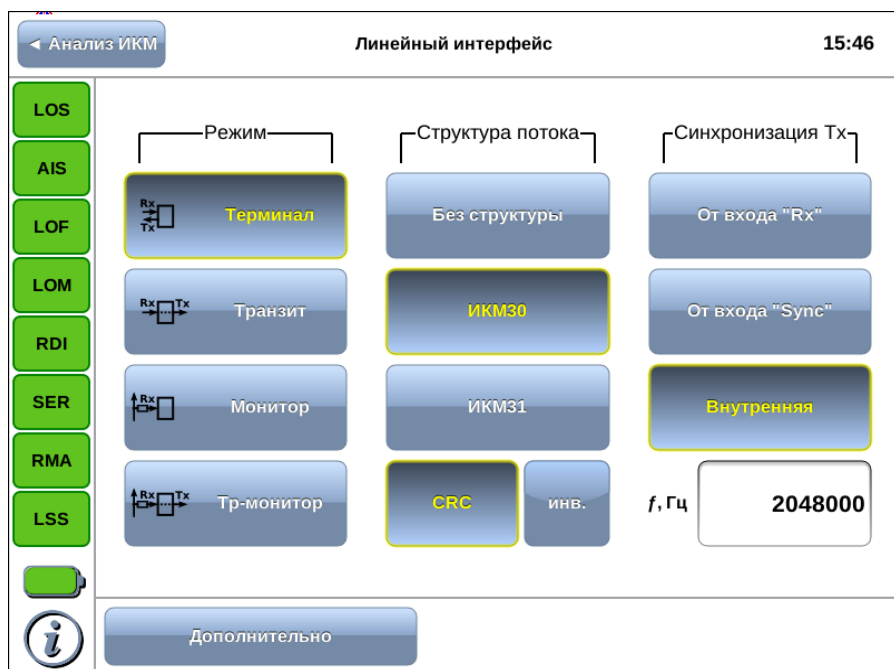


Рис. 6.1. Приложение «E1 — Линейный интерфейс»

### 6.1 Режим

Модуль E1 может работать в одном из четырёх режимов: терминал, транзит, монитор, транзит-монитор (см. рис. 6.2, с. 20).

Режим работы модуля выбирается в соответствии с табл. 6.1, с. 20.

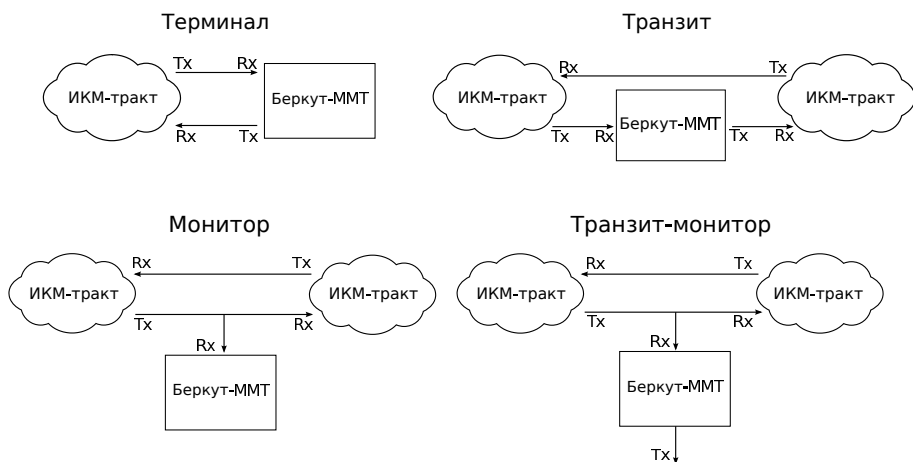


Рис. 6.2. Режимы работы прибора

Таблица 6.1. Режимы работы

Режим	Описание
<b>Терминал</b>	Модуль работает в качестве окончательного оборудования и используется как для передачи, так и для приёма данных. Оконечная нагрузка составляет 120 Ом
<b>Транзит</b>	Модуль принимает, регенерирует и передаёт данные. Информационные ВИ передаются без изменения, если не активирован режим вставки ошибок. ВИ синхронизации и сигнализации формируются прибором. При прохождении сигнала через прибор анализируются кодовые ошибки, ошибки циклов и другие параметры. Оконечная нагрузка составляет 120 Ом
<b>Монитор</b>	Режим используется, когда необходимо осуществить мониторинговый доступ без прерывания связи и влияния на поток Е1. Разъём Rx прибора подключается к разъёму «Монитор» тестируемого оборудования, что подразумевает подключение к тракту через резисторы: дополнительно могут быть включены встроенные в прибор защитные сопротивления 470 Ом
<b>Транзит-монитор</b>	Модуль принимает, регенерирует и передаёт данные. Принимаемый сигнал должен поступать от разъёма «Монитор» тестируемого оборудования. В этом режиме устраняются кодовые и цикловые ошибки. Он может использоваться для добавления или выделения ВИ из рабочего потока. Дополнительно могут быть включены встроенные в прибор защитные сопротивления 470 Ом

*Примечание.* Измерение и генерация джиттера проводятся в режиме **Монитор** или **Терминал**. Анализ формы импульса выполняется в режиме **Терминал**.

## 6.2 Структура потока

Структура потока Е1 выбирается в соответствии с табл. 6.2: ИКМ 30, ИКМ 31 или без структуры.

Таблица 6.2. Структура потока

Структура потока	Описание
<b>ИКМ 30</b>	Поток Е1 с цикловой и сверхцикловой структурой
<b>ИКМ 31</b>	Поток Е1 с цикловой структурой
<b>Без структуры</b>	Неструктурированный поток Е1, который не имеет цикловой структуры и обладает неопределёнными границами временных интервалов

Если требуется проверка ошибок по цикловому избыточному коду, необходимо выбрать **CRC** (устанавливается совместно с ИКМ 30 или ИКМ 31), для инвертирования битов CRC — **инв.**

### 6.3 Синхронизация передатчика

Возможные варианты синхронизации представлены в табл. 6.3.

Таблица 6.3. Тип синхронизации передатчика

Тип синхронизации	Описание
От входа "Rx"	Внешняя синхронизация от сигнала, принимаемого на порту Rx.
От входа "Sync"	Внешняя синхронизация от сигнала, принимаемого на порту Sync.
Внутренняя	Синхронизация от внутреннего генератора с частотой $f_{int}$ .

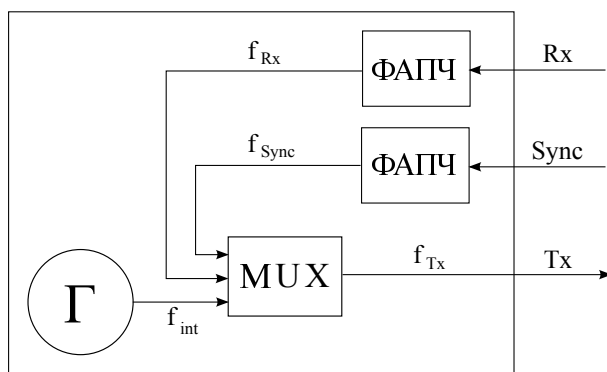


Рис. 6.3. Схема мультиплексирования частоты передачи

### 6.4 Частота сигнала

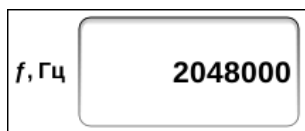


Рис. 6.4. Поле ввода значения частоты

Для задания произвольных значений частоты передаваемого сигнала необходимо нажать на поле ввода частоты и ввести зна-

чения вручную с помощью экранной клавиатуры. Возможен ввод значений в диапазоне  $(2\,048\,000 \pm 600)$  Гц.

## 6.5 Дополнительные настройки



Рис. 6.5. Меню «Дополнительно»

Меню дополнительных настроек открывается при нажатии на кнопку **Дополнительно** и служит для указания следующих параметров.

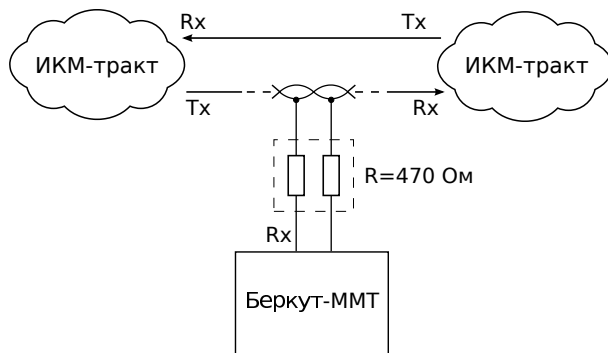
<b>Линейный код</b>	Выбор типа кодирования сигнала: AMI или HDB3.
<b>Коррекция</b>	Используется для компенсации затухания и выравнивания АЧХ: <ul style="list-style-type: none"> <li>– выключена — прибор настроен на приём сигнала, затухание которого составляет не более 10 дБ;</li> <li>– длинная линия — прибор настроен на приём сигнала с искажённой АЧХ, минимальный уровень которого составляет –36 дБ;</li> <li>– усиление сигнала — прибор настроен на приём ослабленного сигнала без искажения АЧХ с возможным усилением сигнала на величину 22 дБ, 26 дБ или 32 дБ.</li> </ul>

---

**Защитные резисторы** При работе модуля в режимах Монитор и Транзит-монитор могут быть включены защитные резисторы, величина которых составляет 470 Ом.

---

Схема включения защитных резисторов на примере режима Монитор показана на рис. 6.6. Для режима Транзит-монитор схема аналогична.



**Рис. 6.6.** Использование защитных резисторов



## 7. Временные интервалы

Приложение «Анализ Е1 — Временные интервалы» позволяет задать тип информации, которая будет передаваться/приниматься в выбранном ВИ.

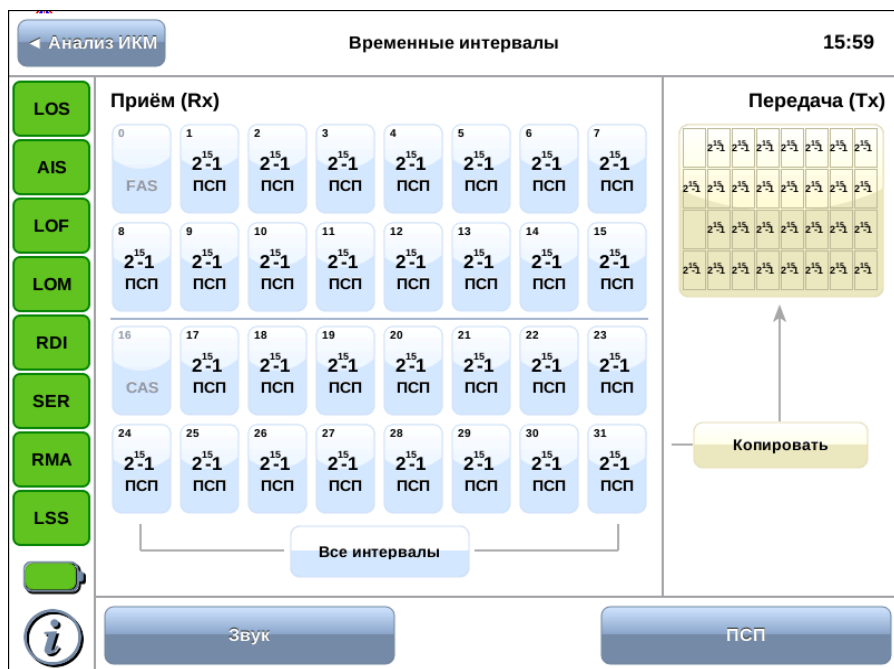


Рис. 7.1. Приложение «Анализ Е1 — Временные интервалы»

### 7.1 Общие настройки

Окно приложения состоит из двух областей: **Приём (Rx)** и **Передача (Tx)**. Переключение между областями осуществляется при нажатии на таблицу ВИ.

Если предполагается использование одинаковых значений ВИ на передачу и приём, достаточно выполнить настройку значений ВИ одной из областей и нажать на кнопку **Копировать**. Для уста-

новки одинаковых значений всех ВИ одной области используется кнопка Все интервалы.

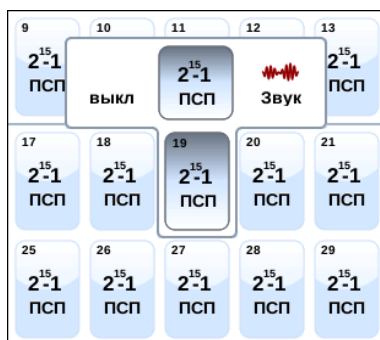


Рис. 7.2. Диалоговое окно

При нажатии на ячейку с номером ВИ открывается диалоговое окно, в котором задаётся тип информации, которая будет приниматься/передаваться в выбранном ВИ.

<b>выкл</b>	ВИ не будет использоваться для передачи данных.
<b>Звук</b>	ВИ будет использоваться для передачи звука или тональной частоты.
<b>ПСП</b>	ВИ будет использоваться для передачи тестовой последовательности.

Приём/передачу звука можно выбрать только для одного ВИ, ПСП может быть выбрана для приёма/передачи во всех временных интервалах, кроме 0-го и 16-го.

*Примечание:* для потока без структуры автоматически выбираются все 32 ВИ для передачи и приёма ПСП.

## 7.2 Выбор типа ПСП

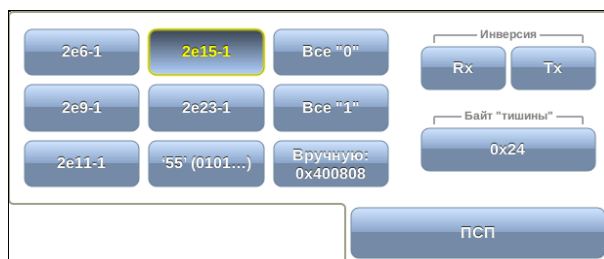


Рис. 7.3. Выбор типа ПСП

Для выбора типа ПСП, которая будет передаваться/приниматься в указанных ВИ, необходимо выполнить следующее.

1. Нажать на кнопку **Выбрать ПСП**, расположенную в правом нижнем углу экрана «Анализ Е1 — Временные интервалы».
2. В открывшемся окне выбрать тип ПСП, нажав на кнопку с соответствующим названием (описание возможных типов ПСП приведено в таблице 7.2).

Последовательности, используемые для тестирования, соответствуют рекомендации МСЭ-Т O.150 [6].

3. Для подтверждения выбора нажать на кнопку **Ok**.

Таблица 7.2. Тестовые последовательности

Тип последовательности	Применение
<b>2e9-1</b>	Для определения ошибок (при передаче данных по каналу связи со скоростью не более 14,4 кбит/с)
<b>2e11-1</b>	Для определения ошибок и джиттера (при передаче данных по каналу связи со скоростью 64 кбит/с и $64 \times N$ кбит/с, где $N$ — целое число)
<b>2e15-1</b>	Для определения ошибок и джиттера (при передаче данных по линии связи со скоростью 1544, 2048, 6312, 8448, 32 064 и 44 736 кбит/с)

Таблица 7.2. Тестовые последовательности (*продолжение*)

<b>2e20-1</b>	Для определения ошибок (при передаче по каналу связи со скоростью не более 71 кбит/с)
<b>2e23-1</b>	Для определения ошибок и джиттера (при передаче данных по линии связи со скоростью 34 368 и 139 264 кбит/с)
<b>2e29-1</b>	Для определения ошибок (при передаче данных на высоких скоростях (более 139 264 кбит/с))
<b>2e31-1</b>	Для определения ошибок (при передаче данных на высоких скоростях (более 139 264 кбит/с))

При нажатии на кнопку **Вручную** открывается меню, позволяющее задать произвольную ПСП, состоящую из 24 бит. Для ввода значений необходимо выбрать 0/1 в полях **Байт 1**, **Байт 2** и **Байт3**.

## 7.3 Голосовые функции



Рис. 7.4. Окно «Звук»

Для прослушивания принимаемого звукового сигнала необходимо нажать на кнопку **Динамик** и отрегулировать громкость сигнала с помощью регулятора громкости.

При нажатии на кнопку **Микрофон** в выбранный временной интервал будет передан сигнал с микрофона. Регулировка громкости передаваемого сигнала осуществляется с помощью регулятора громкости, расположенного справа от кнопки **Микрофон**.

При нажатии на кнопку **ТЧ 1 КГц** в выбранный временной интервал будет передан гармонический сигнал частотой 1 кГц.



## 8. Базовые измерения

Приложение «Анализ Е1 — Базовые измерения» позволяет проводить измерения в соответствии с рекомендациями МСЭ-Т G.821, МСЭ-Т G.826/М.2100, а также управлять процессом генерации ошибок и аварий.



Рис. 8.1. Приложение «Анализ Е1 — Базовые измерения»

### 8.1 Общие настройки

В таблице 8.1 приведён список возможных измерений в зависимости от настроенного в меню «Анализ Е1 — Линейный интерфейс» режима работы модуля Е1.

Таблица 8.1. Список измерений

Тип измерения	Монитор	Терминал	Транзит	Транзит-монитор
G.821	+	+	+	+
G.826 (ближний конец)	+	+	+	+
G.826 (дальний конец)	+	+	+	+
Вставка ошибок и аварий	-	+	+	+

Список возможных измерений в зависимости от настроенной в меню «Анализ E1 — Линейный интерфейс» структуры потока E1 приведён в таблице 8.2.

Таблица 8.2. Список измерений

Тип измерения	Без структуры	ИКМ 30	ИКМ 30С	ИКМ 31	ИКМ 31С
G.821	+	+	+	+	+
G.826 (ближний конец)	-	+	+	+	+
G.826 (дальний конец)	-	+	+	+	+

## 8.2 Схемы подключения прибора

Измерения, проводимые прибором **Беркут-ММТ** по рекомендациям МСЭ-Т G.821 и МСЭ-Т G.826/M.2100, представляют собой оценку базовых параметров каналов передачи данных и осуществляются при подключении к тестируемому тракту по схеме с выводом или без вывода канала из обслуживания.

В первом случае предполагается, что канал не используется для передачи реального цифрового трафика в процессе тестирования, а в качестве источника и приёмника двоичного сигнала используются анализаторы цифрового канала. Схемы подключения прибора приведены на рис. 8.2 и рис. 8.3.





Рис. 8.2. Схема с выводом канала из обслуживания. Вариант 1

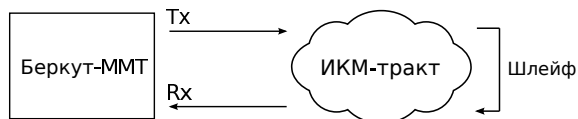


Рис. 8.3. Схема с выводом канала из обслуживания. Вариант 2

Во втором случае предполагается, что мониторинг ИКМ-тракта необходимо проводить непосредственно в процессе его работы. Схема подключения прибора приведена на рис. 8.4.

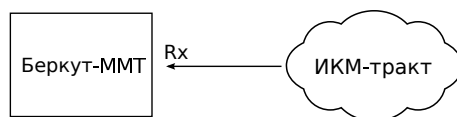


Рис. 8.4. Схема без вывода канала из обслуживания

*Примечание:* описание режимов подключения прибора представлено в разделе 6.1, с. 19.

### 8.3 Проведение измерений

Для измерения базовых параметров каналов передачи данных, описанных в рекомендациях МСЭ-Т G.821 и МСЭ-Т G.826, необходимо выполнить следующие действия.


1. Подключить прибор в соответствии с одной из схем, представленных на рисунках 8.2, 8.3, 8.4.
2. Произвести настройку элементов приложения «Анализ Е1 — Линейный интерфейс» (см. гл. 6, с. 19).
3. Выполнить настройку элементов приложения «Анализ Е1 — Временные интервалы» (см. гл. 7, с. 25).
4. Если предполагается вставка событий в передаваемый поток, произвести настройку элементов приложения «Анализ Е1 — Генерация событий» (см. гл. 9, с. 55).
5. Перейти к приложению «Анализ Е1 — Базовые измерения». Задать длительность выполнения теста.
6. Нажать на кнопку **Старт**. При этом будут запущены все доступные измерения на всех вкладках приложения «Анализ Е1 — Базовые измерения». При необходимости запустить генерацию событий, нажав на кнопку с названием соответствующего события: в течение всего времени генерации точка на кнопке будет мигать красным цветом.


#### 8.3.1 Длительность измерений

Поле ввода длительности измерений находится в нижней левой части экрана приложения «Анализ Е1 — Базовые измерения».



Рис. 8.5. Поле ввода длительности измерений

Для выбора стандартных значений длительности измерений необходимо нажать на кнопку  и в раскрывающемся списке выбрать требуемую величину.

Для задания произвольных значений длительности измерений необходимо нажать на поле слева от кнопки  и ввести значения вручную с помощью экранной клавиатуры.

### 8.3.2 Индикатор времени тестирования

Во время проведения измерений в верхней части экрана приложения «Анализ Е1 — Базовые измерения» отображается индикатор времени тестирования.



Рис. 8.6. Индикатор времени тестирования

Индикатор отображает время, прошедшее с начала запуска теста, и время, оставшееся до окончания тестирования, в формате «чч:мм:сс».

Цвет индикатора может меняться в процессе тестирования в зависимости от состояния теста (см. табл. 8.3).

Таблица 8.3. Индикация состояния теста

Цвет	Описание
зелёный	ES/SES, US не обнаружены
жёлтый	обнаружены ES/SES
красный	обнаружены US

## 8.4 Результаты измерений

Результаты измерений базовых параметров отображаются в табличном и графическом виде на вкладках G.821, G.826, Ошибки, Аварии, Хронограммы и Гистограммы.

В процессе тестирования цвет таблиц с результатами измерений на вкладках G.821, G.826 может изменяться согласно описанию, представленному в таблице 8.3. Это позволяет проводить визуаль-

ный контроль измерений, находясь на существенном расстоянии от прибора.

### 8.4.1 G.821

Вид таблицы с результатами измерений по рекомендации G.821 приведён на рисунке 8.1.



Рис. 8.7. Результаты измерений G.821

Описание измеряемых параметров представлено в таблице 8.4.

Таблица 8.4. Описание параметров рекомендации G.821

Параметр	Описание	Формула	Примечание
ВІТ	Количество ошибочных бит	Накопительный счёт	Не подсчитывается при отсутствии синхронизации с тестовой последовательностью

Таблица 8.4. Описание параметров рекомендации G.821 (продолжение)

Параметр	Описание	Формула	Примечание
BER	Частота битовых ошибок	$\frac{BIT}{ABIT}$	ABIT — количество принятых бит
US	Количество секунд неготовности канала	Накопительный счёт	Подсчёт US начинается, когда в течение 10 секунд произошло 10 SES подряд, и заканчивается, если в течение 10 секунд не фиксируется ни одной SES. При этом первые 10 секунд включаются в число US, а последние 10 — исключаются
%US	Процент секунд неготовности канала по отношению ко времени, прошедшему с начала тестирования	$\frac{US}{ET} \times 100\%$	—
AS	Количество секунд готовности канала	$ET - US$	Секунды готовности канала — все секунды, для которых не выполняется условие возникновения US
%AS	Процент секунд готовности канала по отношению к общему времени тестирования	$\frac{AS}{ET} \times 100\%$	—
ES	Количество секунд с ошибкой	Накопительный счёт	Секунда с ошибкой — секунда, в течение которой значение параметра BER > 0 или произошла одна из аварий: LOS, AIS, LOF, LSS. Подсчёт проводится только во время готовности канала
ESR	Отношение количества секунд с ошибками к общему количеству доступных секунд	$\frac{ES}{AS}$	—

Таблица 8.4. Описание параметров рекомендации G.821 (продолжение)

Параметр	Описание	Формула	Примечание
<b>SES</b>	Количество секунд, существенно поражённых ошибками	Накопительный счёт	Секунда, существенно поражённая ошибками — секунда, в течение которой значение параметра $BER > 10^{-3}$ или произошла одна из аварий: LOS, AIS, LOF, LSS. Подсчёт проводится только во время готовности канала
<b>SESR</b>	Отношение количества секунд, существенно поражённых ошибками, к общему количеству доступных секунд	$\frac{SES}{AS}$	—

## 8.4.2 G.826

Вид таблицы с результатами измерений по рекомендации G.826 для ближнего конца приведён на рисунке 8.8.

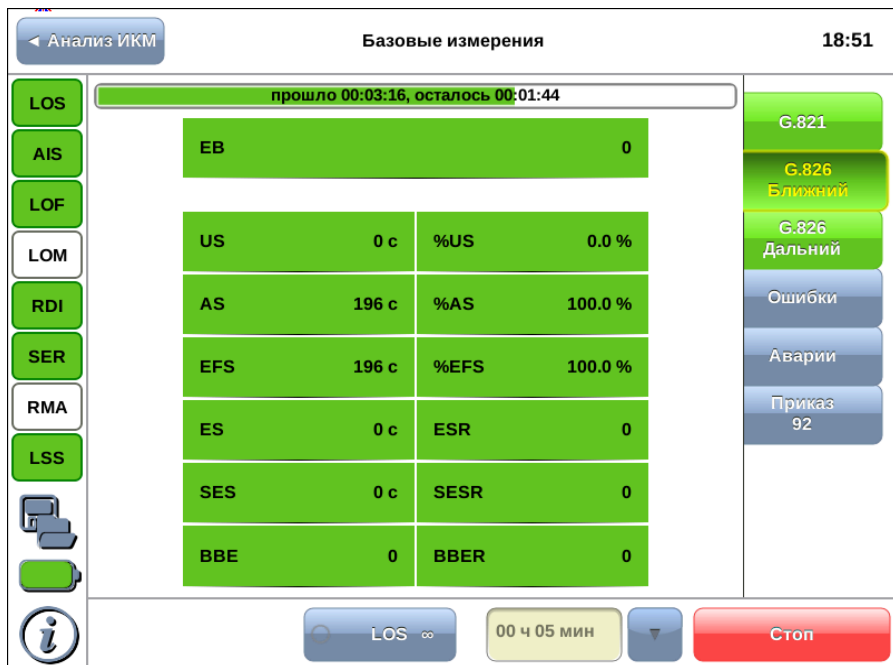


Рис. 8.8. Результаты измерений G.826 (ближний конец)

Описание измеряемых параметров для ближнего конца представлено в таблице ниже.

Таблица 8.5. Описание параметров рекомендации G.826

Параметр	Описание	Формула	Примечание
EB	Количество блоков с ошибками	См. рек. МСЭ-Т G.826	Общее количество аномалий в соответствии с рек. МСЭ-Т G.826

Таблица 8.5. Описание параметров рекомендации G.826 (продолжение)

Параметр	Описание	Формула	Примечание
<b>US</b>	Количество секунд неготовности канала	Накопительный счёт	Подсчёт US начинается, когда в течение 10 секунд произошло 10 SES подряд, и заканчивается, если в течение 10 секунд не фиксируется ни одной SES. При этом первые 10 секунд включаются в число US, а последние 10 — исключаются
<b>%US</b>	Процент секунд неготовности канала по отношению ко времени, прошедшему с начала тестирования	$\frac{US}{ET} \times 100\%$	—
<b>AS</b>	Количество секунд готовности канала	$ET - US$	—
<b>%AS</b>	Процент секунд готовности канала по отношению к общему времени тестирования	$\frac{AS}{ET} \times 100\%$	Секунды готовности канала — все секунды, для которых не выполняется условие возникновения US
<b>EFS</b>	Количество секунд, не содержащих блоков с ошибками	$AS - ES$	—
<b>%EFS</b>	Отношение количества секунд, не содержащих блоков с ошибками, ко времени, прошедшему с начала тестирования	$\frac{EFS}{ET} \times 100\%$	—
<b>ES</b>	Количество секунд с ошибкой	Накопительный счёт	Секунда с ошибкой — секунда, в течение которой произошла хотя бы одна аномалия или одна из аварий: LOS, AIS, LOF. Подсчёт проводится только во время готовности канала



Таблица 8.5. Описание параметров рекомендации G.826 (продолжение)

Параметр	Описание	Формула	Примечание
ESR	Отношение количества секунд, содержащих ошибки, к общему количеству доступных секунд	$\frac{ES}{AS}$	—
SES	Количество секунд, существенно поражённых ошибками	Накопительный счёт	Секунда, существенно поражённая ошибками, — секунда, в течение которой параметр $EB \geq 300$ или произошла одна из аварий: LOS, AIS, LOF. Подсчёт проводится только во время готовности канала
SESR	Отношение количества секунд, существенно поражённых ошибками, к общему количеству доступных секунд	$\frac{SES}{AS}$	—
BBE	Количество блоков с ошибками, произошедшими в течение AS	Накопительный счёт	Не подсчитывается в течение секунд, существенно поражённых ошибками
BBER	Отношение количества блоков с ошибками к общему количеству блоков в течение времени готовности канала	$\frac{BBE}{1000 \times (AS - SES)}$	—

Вид таблицы с результатами измерений по рекомендации G.826 для дальнего конца приведён на рисунке 8.9.



Рис. 8.9. Результаты измерений G.826 (дальний конец)

Описание измеряемых параметров для дальнего конца представлено в таблице ниже.

Таблица 8.6. Описание параметров рекомендации G.826 (дальний конец)

Параметр	Описание	Формула	Примечание
EB	Количество блоков с ошибками	См. рек. МСЭ-T G.826	Общее количество ошибок REBE

Таблица 8.6: Описание параметров рекомендации G.826 (дальний конец) (*продолжение*)

Параметр	Описание	Формула	Примечание
<b>US</b>	Количество секунд неготовности канала	Накопительный счёт	Подсчёт US начинается, когда в течение 10 секунд произошло 10 SES подряд, и заканчивается, если в течение 10 секунд не фиксируется ни одной SES. При этом первые 10 секунд включаются в число US, а последние 10 — исключаются
<b>%US</b>	Процент секунд неготовности канала по отношению ко времени, прошедшему с начала тестирования	$\frac{US}{ET} \times 100\%$	—
<b>AS</b>	Количество секунд готовности канала	$ET - US$	—
<b>%AS</b>	Процент секунд готовности канала по отношению к общему времени тестирования	$\frac{AS}{ET} \times 100\%$	Секунды готовности канала — все секунды, для которых не выполняется условие возникновения US
<b>EFS</b>	Количество секунд, не содержащих ошибки	$AS - ES$	—
<b>%EFS</b>	Процент количества секунд, не содержащих ошибки, по отношению ко времени, прошедшему с начала тестирования	$\frac{EFS}{ET} \times 100\%$	—

Таблица 8.6: Описание параметров рекомендации G.826 (дальний конец) (*продолжение*)

Параметр	Описание	Формула	Примечание
<b>ES</b>	Количество ошибочных секунд	Накопительный счёт	Секунда с ошибкой — секунда, в течение которой произошла хотя бы одна аномалия или авария RDI. Подсчёт проводится только во время готовности канала и при условии отсутствия аварий на ближнем конце
<b>ESR</b>	Отношение количества секунд, содержащих блоки с ошибками, к общему количеству доступных секунд	$\frac{ES}{AS}$	—
<b>SES</b>	Количество секунд, существенно поражённых ошибками	Накопительный счёт	Секунда, существенно поражённая ошибками, — секунда, в течение которой число аномалий $\geq 300$ или произошла авария RDI. Подсчёт проводится только во время готовности канала и при условии отсутствия аварий на ближнем конце
<b>SESR</b>	Отношение количества секунд, существенно поражённых ошибками, к общему количеству доступных секунд	$\frac{SES}{AS}$	—
<b>BBE</b>	Количество блоков с ошибками, произошедшими в течение AS	Накопительный счёт	Не подсчитывается в течение секунд, существенно поражённых ошибками

Таблица 8.6: Описание параметров рекомендации G.826 (дальний конец) (*продолжение*)

Параметр	Описание	Формула	Примечание
<b>ВВЕР</b>	Отношение количества блоков с ошибками к общему количеству блоков в течение времени готовности канала	$\frac{BBE}{1000 \times (AS - SES)}$	—

### 8.4.3 Ошибки

Вид таблицы с результатами измерений ошибок показан на рисунке 8.10.

Анализ ИКМ

Базовые измерения 18:53

прошло 00:05:00, осталось 00:00:00; завершено

CODE	0	CODER	0
BIT	0	BER	0
CRC	0	CRCR	0
FASE	0	FASER	0
MFSE	–	MFSER	–
REBE	0	REBER	0
PSLP+	0	PSLP–	0
CSLP+	0	CSLP–	0

LOS ∞ 00 ч 05 мин ▼ Старт

G.821  
G.826 Ближний  
G.826 Дальний  
Ошибки  
Аварии  
Приказ 92

Рис. 8.10. Вкладка «Ошибки»

Подробное описание измеряемых параметров приведено в таблице ниже.

Таблица 8.7. Описание регистрируемых ошибок

Параметр	Описание	Формула	Примечание
<b>CODE</b>	Количество ошибок линейного кода	Накопительный счёт	—
<b>CODER</b>	Средняя скорость ошибок линейного кода	$\frac{CODE}{ET \times 2048000}$	—
<b>BIT</b>	Количество ошибочных бит	Накопительный счёт	При отсутствии синхронизации тестовой последовательности не подсчитывается
<b>BER</b>	Частота битовых ошибок	$\frac{BIT}{ABIT}$	АБИТ — кол-во принятых бит
<b>CRC</b>	Количество ошибочных блоков CRC-4	Накопительный счёт	При отсутствии сверхцикловой синхронизации по CRC-4 не подсчитывается
<b>CRCR</b>	Средняя скорость ошибочных блоков CRC-4 с начала тестирования	$\frac{CRC}{(ET - LMF) \times 1000}$	Отношение количества ошибочных блоков CRC-4 к общему числу принятых блоков. LMF — секунды потери синхронизации сверхцикла
<b>FASE</b>	Количество цикловых ошибок	Накопительный счёт	При отсутствии цикловой синхронизации не подсчитывается
<b>FASER</b>	Средняя скорость цикловых ошибок с начала тестирования	$\frac{FASE}{(ET - LOF) \times 4000}$	Отношение количества поражённых слов FAS к общему числу принятых слов FAS, за исключением секунд потери цикловой синхронизации
<b>MFSE</b>	Количество ошибок сверхцикла CAS	Накопительный счёт	При отсутствии сверхцикловой синхронизации не подсчитывается

Таблица 8.7. Описание регистрируемых ошибок (продолжение)

Параметр	Описание	Формула	Примечание
<b>MFSE</b>	Средняя скорость ошибок сверхцикла CAS	$\frac{MFSE}{(ET-LOM) \times 500}$	Отношение количества поражённых слов MFAS к общему числу принятых слов MFAS, за исключением секунд потери синхронизации сверхцикла CAS
<b>REBE</b>	Количество дистанционных ошибок CRC (E-BIT)	Накопительный счёт	При отсутствии сверхцикловой синхронизации не подсчитывается
<b>REBER</b>	Средняя скорость дистанционных ошибок CRC (E-BIT), имевших место с начала тестирования	$\frac{REBE}{(ET-LMF) \times 1000}$	—
<b>PSLP+</b>	Количество положительных проскальзываний в тестовой последовательности	Накопительный счёт	Проскальзывания регистрируются только при передаче ПСП
<b>PSLP-</b>	Количество отрицательных проскальзываний в тестовой последовательности	Накопительный счёт	Проскальзывания регистрируются только при передаче ПСП
<b>CSLP+</b>	Количество случаев значительного превышения несущей частоты (Rx) над опорной частотой (Sync)	Накопительный счёт	Подсчёт параметра CSLP+ производится только при подключении порта Sync
<b>CSLP-</b>	Количество случаев значительного превышения опорной частоты (Sync) над несущей частотой (Rx)	Накопительный счёт	Подсчёт параметра CSLP- производится только при подключении порта Sync

### 8.4.4 Аварии

Вид таблицы с результатами измерений аварий показан на рисунке 8.11.

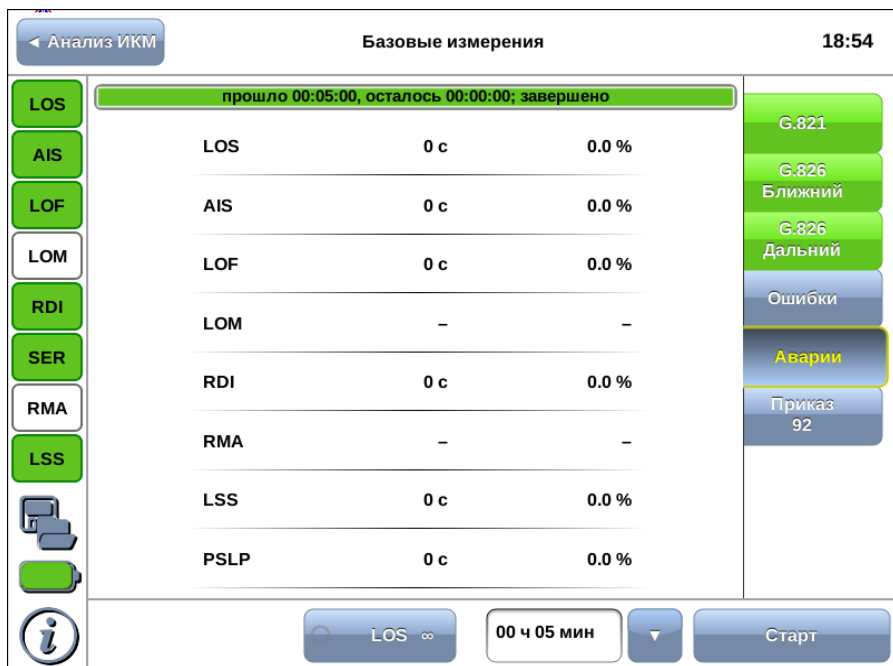


Рис. 8.11. Вкладка «Аварии»

Подробное описание измеряемых параметров приведено в таблице ниже.

Таблица 8.8. Описание регистрируемых аварий

Параметр	Описание	Формула
LOS	Количество секунд, во время которых был потерян сигнал	Накопительный счёт
%LOS	Процент количества секунд, во время которых был потерян сигнал, по отношению ко времени, прошедшему с начала тестирования	$\frac{LOS}{ET} \times 100\%$
AIS	Количество секунд, в которых был обнаружен сигнал тревоги AIS (приняты все единицы)	Накопительный счёт



Таблица 8.8. Описание регистрируемых аварий (*продолжение*)

Параметр	Описание	Формула
%AIS	Процент количества секунд, в которых был обнаружен сигнал тревоги AIS, по отношению ко времени, прошедшему с начала тестирования	$\frac{AIS}{ET} \times 100\%$
LOF	Количество секунд, в течение которых происходила потеря цикловой синхронизации	Накопительный счёт
%LOF	Процент количества секунд, в течение которых происходила потеря цикловой синхронизации, по отношению ко времени, прошедшему с начала тестирования	$\frac{LOF}{ET} \times 100\%$
LOM	Количество секунд, в течение которых происходила потеря синхронизации сверхцикла CAS	Накопительный счёт
%LOM	Процент количества секунд, в течение которых происходила потеря синхронизации сверхцикла CAS, по отношению ко времени, прошедшему с начала тестирования	$\frac{LOM}{ET} \times 100\%$
RDI	Количество секунд, содержащих дистанционный цикловой сигнал тревоги (FAS RAI)	Накопительный счёт
%RDI	Процент количества секунд, содержащих дистанционный цикловой сигнал тревоги, по отношению ко времени, прошедшему с начала тестирования	$\frac{RDI}{ET} \times 100\%$
RMA	Количество секунд, содержащих дистанционный сверхцикловой сигнал тревоги (MFAS RAI)	Накопительный счёт
%RMA	Процент количества секунд, содержащих дистанционный сверхцикловой сигнал тревоги, по отношению ко времени, прошедшему с начала тестирования	$\frac{RMA}{ET} \times 100\%$
LSS	Количество секунд, в течение которых отсутствовала синхронизация тестовой последовательности	Накопительный счёт
%LSS	Процент количества секунд, в течение которых отсутствовала синхронизация тестовой последовательности, по отношению ко времени, прошедшему с начала тестирования	$\frac{LSS}{ET} \times 100\%$

Таблица 8.8. Описание регистрируемых аварий (*продолжение*)

Параметр	Описание	Формула
<b>PSLP</b>	Количество секунд, в течение которых были зарегистрированы отрицательные/положительные проскальзывания в тестовой последовательности	Накопительный счёт
<b>%PSLP</b>	Процент количества секунд, в течение которых были зарегистрированы положительные/отрицательные проскальзывания в тестовой последовательности, по отношению ко времени, прошедшему с начала тестирования	$\frac{PSLP}{ET} \times 100\%$

### 8.4.5 Временное распределение событий

Результаты измерения базовых параметров, представленные на вкладках **Ошибки** и **Аварии**, не дают полной информации о событиях, произошедших за время тестирования: при анализе ИКМ-трактов, как правило, необходимо оценить не только количество ошибок/аварий, но и их распределение во времени.

Для этих целей в приборе **Беркут-ММТ** предусмотрена возможность получения результатов базовых измерений в виде хронограмм и гистограмм, что позволяет определить, например, какое количество ошибок/аварий произошло за определённый промежуток времени, а также зависимость между возникновением событий.

#### 8.4.5.1 Масштаб измерений

Построение хронограмм и гистограмм начнётся автоматически при старте базовых измерений. Как только хронограмма/гистограмма выйдет за пределы видимой оси времени, на экране появится кнопка уменьшения масштаба «-».

С момента старта и до первого однократного нажатия на кнопку «-» один столбец хронограммы/гистограммы соответствует одной минуте измерений. При однократном нажатии на кнопку «-» масштаб уменьшается в 5 раз, т.е. один столбец будет соответствовать 5 минутам измерений. Дальнейшие нажатия на кнопку «-» приведут к уменьшению масштаба в 10 (один столбец соответствует 10 минутам измерений), 15, 30 или 60 раз. Для увеличения масштаба служит кнопка «+», которая появляется на экране после первого нажатия на кнопку «-».

Чтобы просмотреть часть хронограммы/гистограммы, вышедшую за пределы видимой оси времени, можно либо уменьшить масштаб кнопкой «-», либо прокрутить хронограмму/гистограмму до интересующего события, перемещая палец по экрану влево или вправо.

### 8.4.5.2 Хронограммы

Вкладка Хронограммы в графической форме отображает наличие ошибок и аварий в тестируемом потоке данных и их распределение во времени.

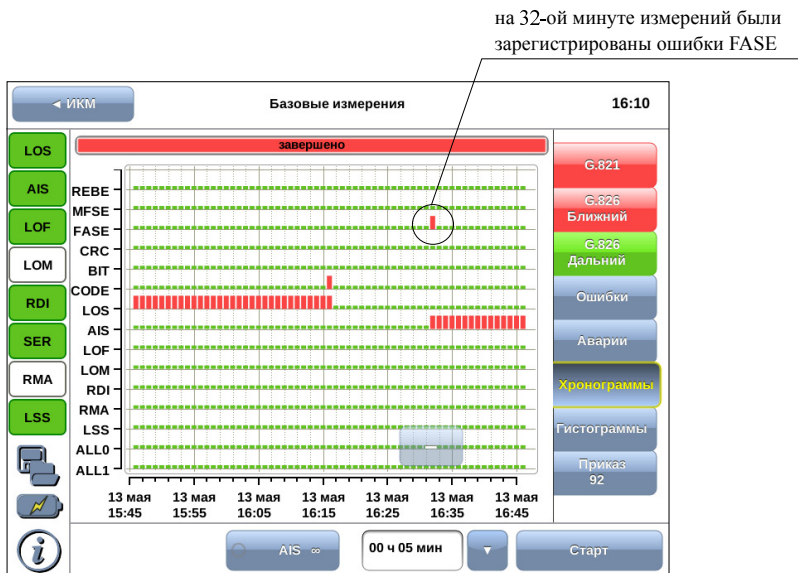


Рис. 8.12. Вкладка «Хронограммы»

Вдоль вертикальной оси перечислены возможные события. Если в течение времени измерений зарегистрирована ошибка или авария, на горизонтальной оси, соответствующей событию этого типа, появится столбец красного цвета. Высота столбца не меняется, поскольку он демонстрирует только наличие события. Точное количество событий, произошедших за определённый интервал времени, можно узнать на вкладке Гистограммы.

Начальная точка горизонтальной оси соответствует времени начала измерений, далее ось градуируется согласно выбранному масштабу.

## 8.4.5.3 Гистограммы

Вкладка «Гистограммы» позволяет зрительно оценить количество ошибок и аварий, произошедших в определённый период времени, и их распределение по временной оси.

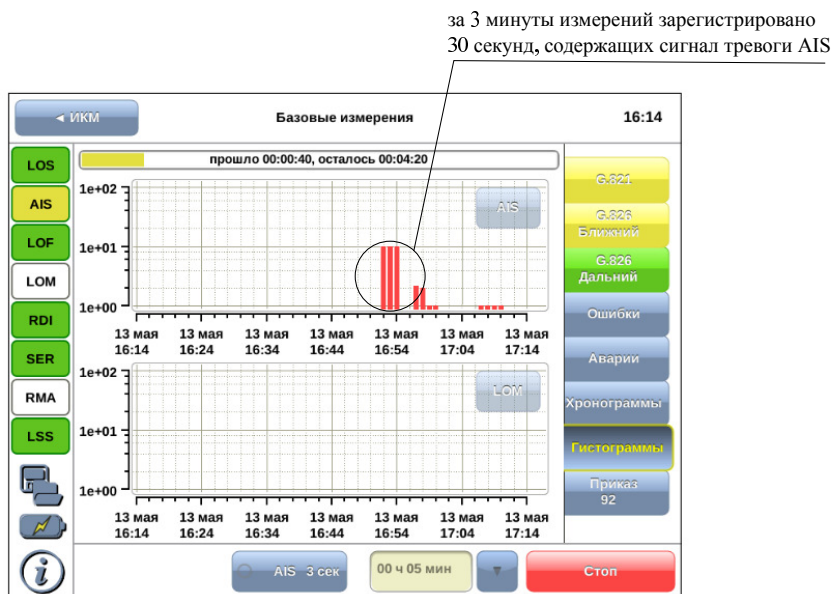


Рис. 8.13. Вкладка «Гистограммы»

Одновременно можно наблюдать за двумя любыми событиями. Окно выбора события открывается при нажатии на кнопку с названием события, расположенную в правом верхнем углу гистограммы.

При обнаружении события заданного типа на графике появится столбец, высота которого будет увеличиваться при обнаружении событий этого типа в течение минуты наблюдений.

Вертикальная ось градуируется логарифмически и определяет количество ошибок или количество секунд, поражённых авариями.

Начальная точка горизонтальной оси соответствует времени начала измерений, далее ось градуируется согласно выбранному масштабу.



## 9. Генерация ошибок

Приложение «E1 — Генерация событий» позволяет осуществить вставку различных типов ошибок и аварий в передаваемый поток E1.

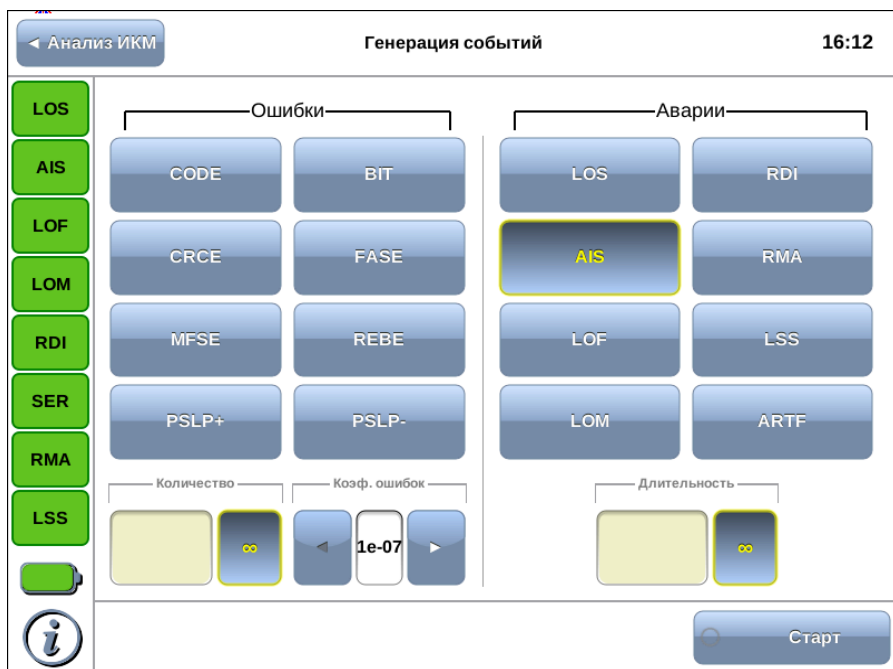


Рис. 9.1. Приложение «E1 — Генерация событий»

### 9.1 Общие настройки

Окно приложения состоит из двух областей: **Ошибки** и **Аварии**. В каждой области расположены кнопки с обозначением типов ошибок/аварий и поля для настройки параметров генерации.

Для генерации события необходимо выполнить следующие действия.

1. Выбрать тип генерируемого события, нажав на кнопку с обозначением типа ошибки/аварии. Название выбранного собы-

- тия отобразится на кнопке в правом нижнем углу экрана.
2. Задать параметры генерации события: количество ошибок, темп, длительность.
  3. Нажать на кнопку **Старт** — ошибка/авария с указанными параметрами генерации будет передана в поток.

Также генерацию событий можно запустить с помощью приложения «Анализ Е1 — Базовые измерения», нажав на кнопку с названием соответствующего события: в течение всего времени генерации точка на кнопке будет мигать красным цветом.

Список генерируемых ошибок/аварий в зависимости от структуры потока приведён в таблице ниже.

Таблица 9.1. События при различной структуре потока

Событие	Без структуры	ИКМ 30	ИКМ 30С	ИКМ 31	ИКМ 31С
CODE	+	+	+	+	+
BIT	+	+	+	+	+
CRCE	–	–	+	–	+
FASE	–	+	+	+	+
MFSE	–	+	+	–	–
REBE	–	–	+	–	+
PSLP+	+	+	+	+	+
PSLP–	+	+	+	+	+
LOS	+	+	+	+	+
RDI	–	+	+	+	+
AIS	+	+	+	+	+
RMA	–	+	+	–	–
LOF	–	+	+	+	+
LSS	+	+	+	+	+
LOM	–	+	+	–	–
ARTF	+	+	+	+	+



## 9.2 Генерация ошибок



Рис. 9.2. Параметры генерации ошибок

Для генерации ошибок необходимо задать количество ошибок и темп. Значение параметра «темп» соответствует частоте вставки ошибок в поток. Например, если значение параметра «темп» выбрано равным  $1e3$ , а количество ошибок составляет 10, это соответствует вставке одной ошибки на каждые 1000 бит данных на протяжении 10 000 бит.

При нажатии на кнопку **Бесконечная** будет произведена непрерывная генерация выбранной ошибки с заданным темпом.

## 9.3 Генерация аварий

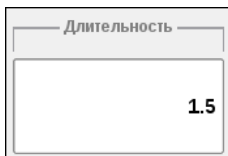


Рис. 9.3. Параметры генерации аварий

Для генерации аварий необходимо указать длительность генерации: задать числовое значение в пределах 0,1–5,0 с или выбрать **Бесконечная**.

При нажатии на кнопку **Бесконечная** будет произведена непрерывная генерация выбранной аварии.



## 10. Джиттер

Приложения «Анализ Е1 — Джиттер», «Анализ Е1 — JTF» и «Анализ Е1 — МТJ» позволяют проверять соответствие джиттера допустимым нормам в соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т G.823, проводить измерение и генерацию джиттера в соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т O.171, выполнять анализ передаточной характеристики джиттера и определять величину максимально допустимого джиттера.

### 10.1 Схемы подключения прибора

Схемы подключения прибора для измерения джиттера, JTF и МТJ представлены на рисунках ниже.

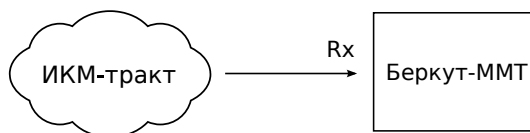


Рис. 10.1. Измерение джиттера на выходе сетевого элемента

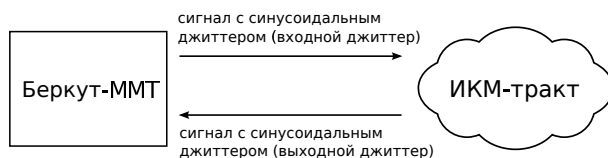


Рис. 10.2. Измерение передаточной характеристики джиттера

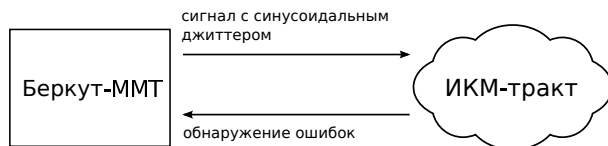


Рис. 10.3. Измерение максимально допустимого джиттера

## 10.2 Проведение измерений

Для измерения джиттера принимаемого сигнала необходимо выполнить следующие действия.

1. Подключить прибор в соответствии с одной из схем, представленных на рисунках 10.1, 10.2, 10.3.
2. Произвести настройку элементов приложения «Анализ Е1 — Линейный интерфейс» (см. гл. 6, с. 19).
3. Выполнить настройку элементов приложения «Анализ Е1 — Временные интервалы» (см. гл. 7, с. 25).
4. Перейти к приложению «Анализ Е1 — Джиттер», «Анализ Е1 — JTF» или «Анализ Е1 — MTJ». Если предполагается осуществлять анализ JTF и MTJ, выполнить настройку параметров генерации джиттера: в группе Генерация джиттера задать уровень и частоту джиттера.
5. Нажать на кнопку Старт. При необходимости запустить генерацию джиттера, нажав на кнопку Старт в группе Генерация джиттера приложения «Анализ Е1 — Джиттер».

## 10.3 Генерация джиттера

В процессе генерации джиттера в передаваемый прибором сигнал вносится гармонический джиттер заданной частоты и уровня. Генерация джиттера производится в соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т O.171.

**Примечание:** при генерации джиттера должна использоваться внутренняя синхронизация.

Для задания уровня и частоты джиттера необходимо нажать на соответствующую кнопку в группе Генерация джиттера приложения «Анализ Е1 — Джиттер». При этом откроется диалоговое окно, представленное на рис. 10.4.



Рис. 10.4. Настройка генератора джиттера

Ввод значений осуществляется при нажатии на кнопки ▼/▲ или с помощью экранной клавиатуры, которая открывается при нажатии на область между кнопками ▼/▲.

## 10.4 Джиттер

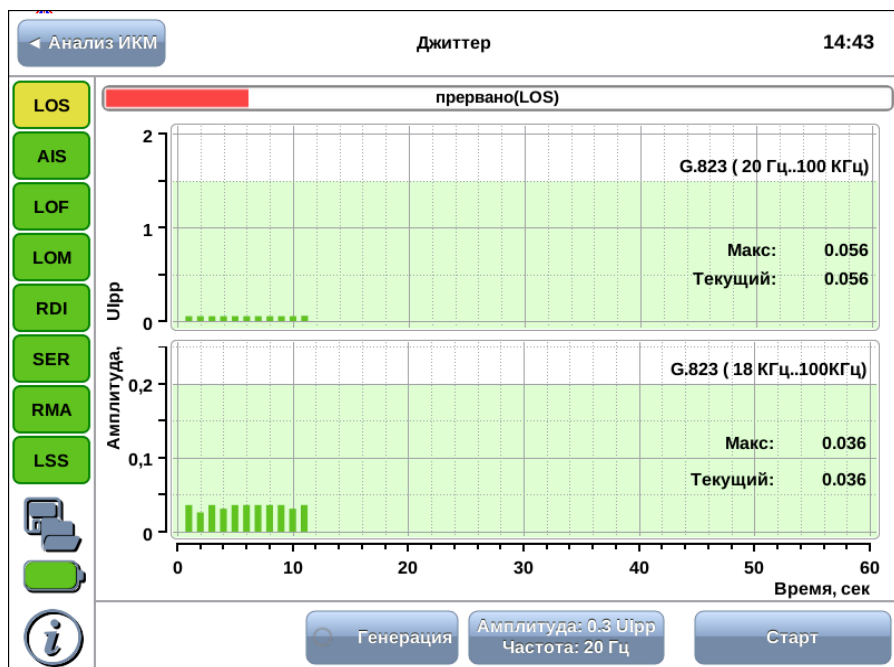


Рис. 10.5. Результаты измерения джиттера

Результаты измерения джиттера представляются в виде хронограмм для двух типов измерительных фильтров: ФВЧ (18–100 кГц) и ФНЧ (20 Гц–100 кГц).

Предельно допустимое значение амплитуды в случае ФНЧ составляет 1,5 U<sub>pp</sub>, в случае ФВЧ — 0,2 U<sub>pp</sub>. Область хронограммы, превышающая это значение, отображается красным цветом.

На графиках выводятся максимальное и текущее значения джиттера в принимаемом сигнале.

## 10.5 JTF

Передаточная характеристика джиттера представляет собой отношение величин входного и выходного джиттера сетевого элемента.

При измерении JTF в канал вводится джиттер в соответствии с маской, описанной в Рекомендации МСЭ-Т G.823, и измеряется значение выходного джиттера. Расчёт JTF производится по формуле:

$$JTF(f_i) = 20 \log \frac{J_{out}(f_i)}{J_{in}(f_i)},$$

где  $J_{out}(f_i)$  — величина выходного джиттера;  $J_{in}(f_i)$  — величина входного джиттера.

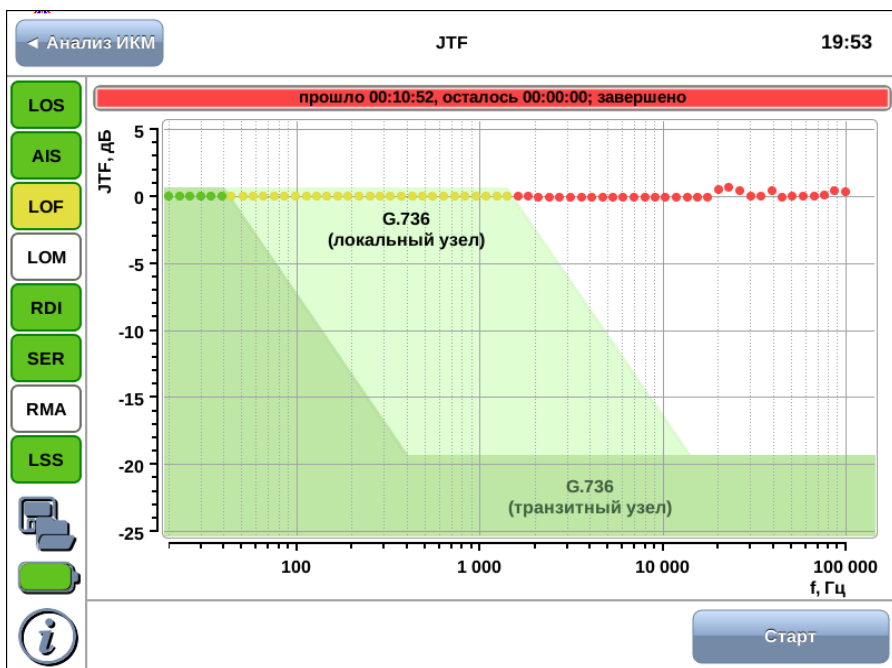


Рис. 10.6. Результаты измерения JTF

На графике отображаются две маски в соответствии с Рекомен-

дацией МСЭ-Т G.736 [7]: для локального узла и для транзитного узла. Также на графике отображаются рассчитанные значения JTF в виде точек, имеющих различный цвет в зависимости от того, попадает значение в маску или нет.

## 10.6 МТJ

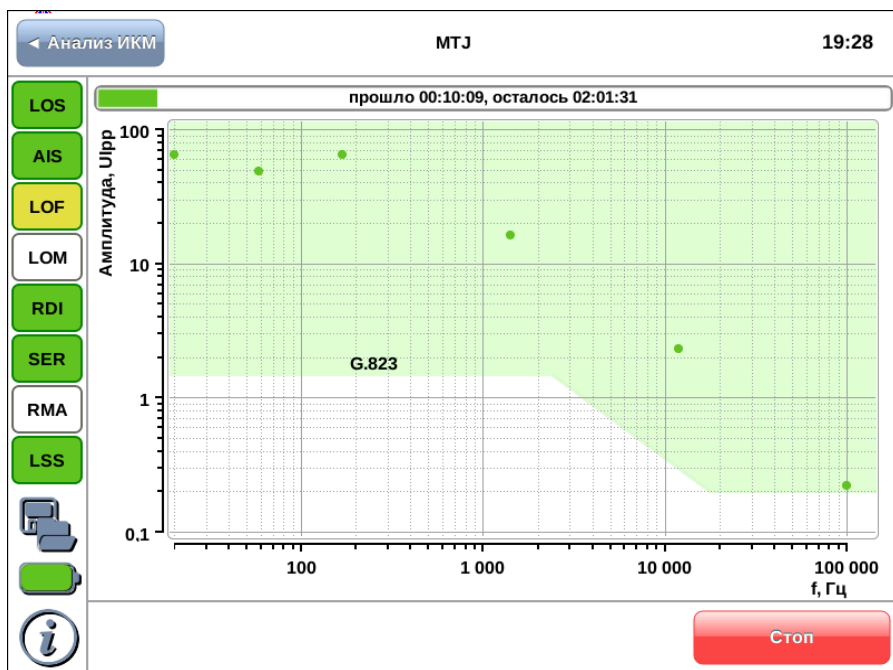


Рис. 10.7. Результаты измерения МТJ

При измерении максимально допустимого джиттера сигнал с синусоидальным джиттером генерируется прибором и передаётся на вход тестируемого сетевого элемента. Для каждой частоты амплитуда джиттера увеличивается до тех пор, пока не будут обнаружены ошибки или потеря синхронизации.

Результаты измерения максимально допустимого джиттера представлены на рисунке ниже.

На графике отображается маска максимально допустимого джит-



---

тера в соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т G.823 [8]. Точками на графике отображаются значения амплитуды джиттера, который реально выдерживает оборудование.



---

## 11. Форма импульса

---

Приложение «Анализ E1 — Форма импульса» позволяет производить автоматическую проверку соответствия формы импульса шаблону, указанному в Рекомендации МСЭ-Т G.703, а также просматривать осциллограмму сигнала.

### 11.1 Проведение измерений

Для анализа формы импульса и просмотра осциллограммы необходимо выполнить следующие действия.

1. Подключить прибор к тестируемому ИКМ-тракту.
2. Произвести настройку элементов приложения «Анализ E1 — Линейный интерфейс» (см. гл. 6, с. 19).
3. Перейти к приложению «Анализ E1 — Форма импульса». При нажатии на кнопку **Форма импульса** отобразится одиночный импульс, при нажатии на кнопку **Осциллограмма** — осциллограмма.
4. Для обновления изображения необходимо нажать на кнопку **Форма импульса** или **Осциллограмма**.

### 11.2 Форма импульса

Приложение «E1 — Форма импульса» позволяет просматривать одиночный импульс, сформированный стробоскопическим методом из нескольких импульсов линейного сигнала. Импульс автоматически помещается в шаблон путём масштабирования по времени и амплитуде. Таким образом проверяется соответствие формы импульса маске, описанной в рекомендации ITU-T G.703.

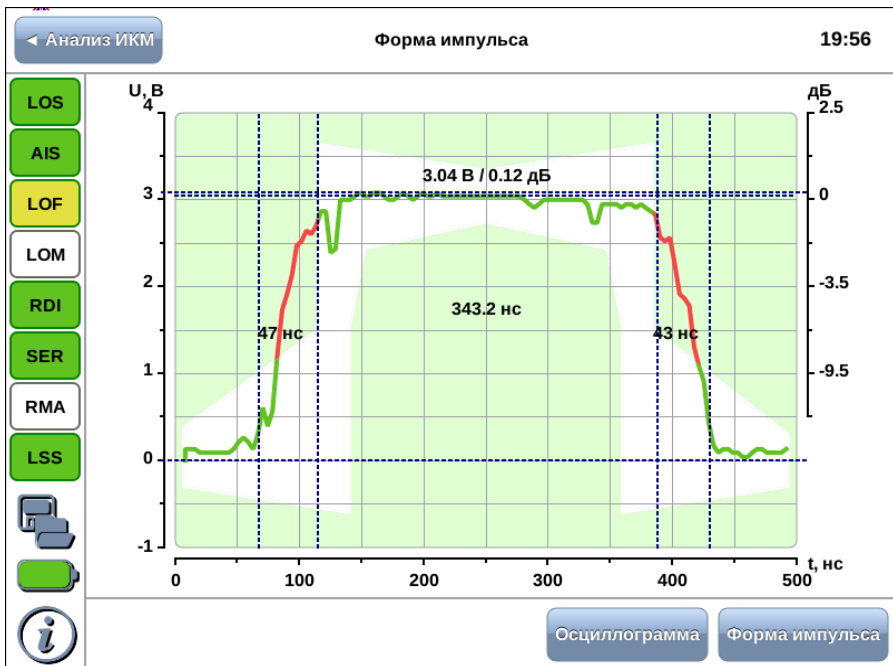


Рис. 11.1. Приложение «E1 – Форма импульса»

На графике отображаются расчётные значения амплитуды, длительности импульса, времени нарастания и спада (по уровням 10% и 90% от амплитуды сигнала). Часть графика, выходящая за пределы маски, отображается красным цветом, часть, находящаяся в пределах маски, — зелёным.

Из-за особенностей алгоритма измерения форма изображённого на экране импульса может отличаться от реальной (многочисленные узкие выбросы на осциллограмме) по одной из следующих причин:

- амплитуда сигнала превышает 4 В (переполнение);
- имеет место джиттер линейного сигнала;
- в линии присутствует регулярный линейный сигнал (например, в большинстве временных интервалов передаётся 0).

Для выяснения причины искажений следует просмотреть осциллограмму сигнала на вкладке **Осциллограф** и содержимое потока в

приложении «Анализ E1 — Просмотр данных» (см. гл. 12, с. 71). В случае регулярного сигнала следует изменить заполнение временных интервалов или подать в канал сигнал AIS.

### 11.3 Осциллограмма

Осциллограмма представляет собой однократную выборку линейного сигнала за интервал 6 мкс. Полоса пропускания в этом режиме 0,01–10 МГц. Если амплитуда сигнала превышает 4 В, на осциллограмме могут наблюдаться острые пики (переполнение). Синхронизация осуществляется от нарастающего фронта импульса.

Пример осциллограммы показан на рисунке 11.2.

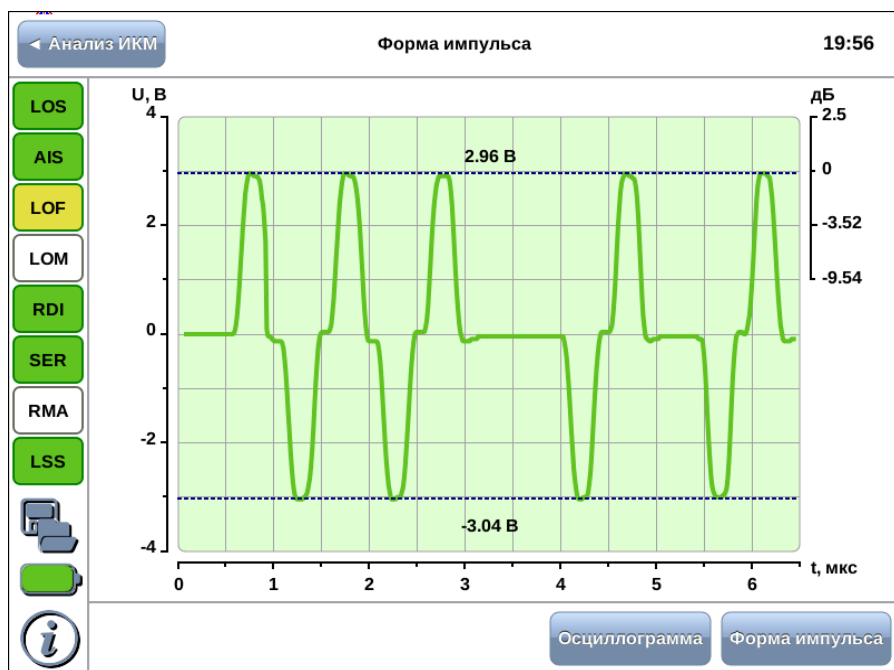


Рис. 11.2. Отображение осциллограммы

*Примечание:* при снижении уровня сигнала до значения 1,5 В происходит автоматическое дополнительное усиление сигнала.

## 12. Просмотр данных

Приложение «Анализ E1 — Просмотр данных» позволяет осуществлять просмотр и редактирование Sa/Si, CAS-битов, а также просмотр слов FAS/NFAS и содержимого кадра.

### 12.1 Sa/Si биты

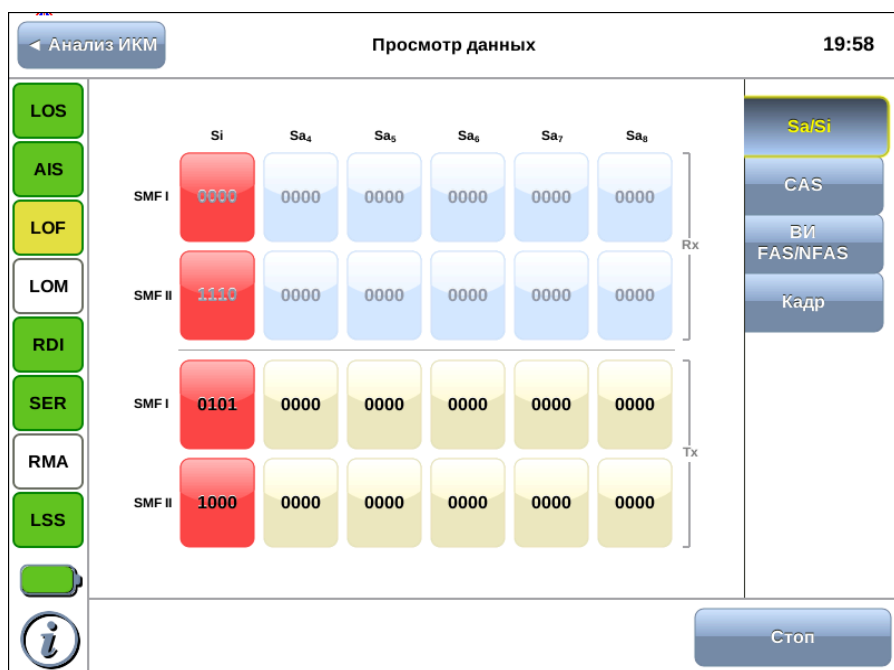


Рис. 12.1. Вкладка Sa/Si

Данные, отображаемые на вкладке Sa/Si биты, разделены на два блока, обозначенных как Rx и Tx. В блоке Rx отображаются принимаемые данные, в блоке Tx — передаваемые.

Sa/Si-биты отображаются для двух подциклов — SMF I и SMF II.

$S_i$  — первый бит слова FAS, зарезервированный для международного использования (в случае ИКМ30/ИКМ31) или для контроля ошибок по CRC (в случае ИКМ30С/ИКМ31С).

$S_{a4}$ – $S_{a8}$  — служебные биты, описанные в Рекомендации МСЭ-Т G.704 [9].

Для начала/остановки обновления информации на экране необходимо нажать на кнопку Старт/Стоп.

При нажатии на кнопку  $Rx \Rightarrow Tx$  значения  $S_a/S_i$ -битов из блока  $Rx$  копируются в  $Tx$ .

Значения  $S_a/S_i$ -битов на передачу доступны для редактирования. Для этого необходимо нажать на кнопку со значениями  $S_a/S_i$ -битов, которые нужно изменить, и в открывшемся окне задать требуемое значение.

$S_a/S_i$ -биты, значения которых отличаются друг от друга в блоках  $Rx$  и  $Tx$ , подсвечиваются красным цветом.

**Примечание:** при выборе потока ИКМ31С (ИКМ30С)  $S_i$ -биты недоступны для редактирования.



## 12.2 CAS биты

CAS биты используются для передачи сигнализации в шестнадцатом ВИ кадров потока ИКМ30.

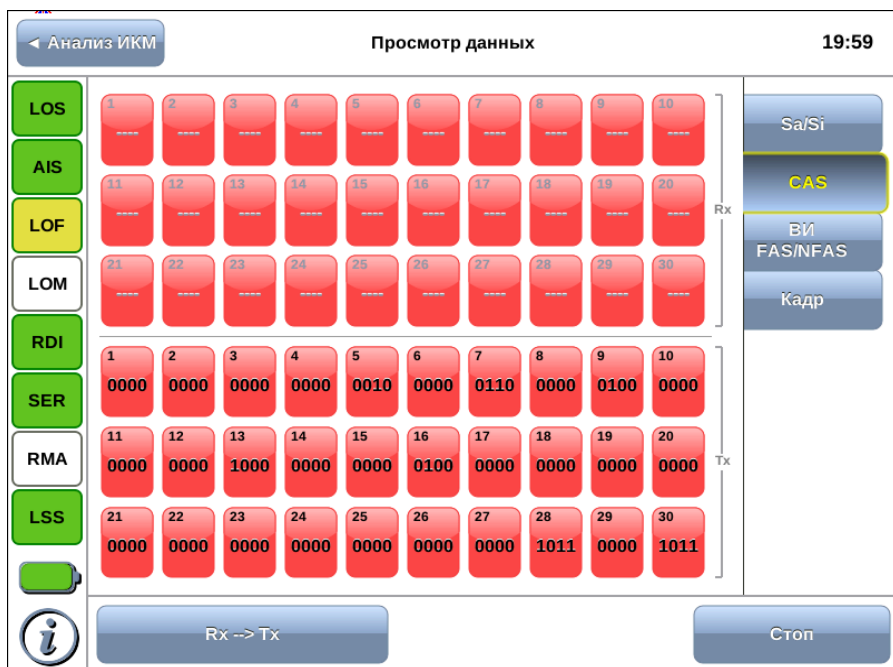


Рис. 12.2. Вкладка «Сигнальные биты CAS»

**Примечание:** при выборе потока ИКМ31 вкладка сигнальные биты CAS недоступна.

Данные, отображаемые на вкладке сигнальные биты CAS, разделены на два блока, обозначенные как Rx и Tx. В блоке Rx отображаются принимаемые данные, в блоке Tx — передаваемые.

Для начала/остановки обновления информации на экране необходимо нажать на кнопку Старт/Стоп.

При нажатии на кнопку Rx⇒Tx значения CAS-битов из блока Rx копируются в Tx.

Значения CAS-битов на передачу доступны для редактирова-

ния. Для этого необходимо нажать на кнопку со значениями CAS - битов, которые необходимо изменить, и в открывшемся окне задать требуемое значение.

CAS биты, значения которых отличаются друг от друга в блоках Rx и Tx, подсвечиваются красным цветом.

### 12.3 Просмотр FAS/NFAS

Сигнал FAS передаётся в нулевом ВИ чётных кадров, сигнал NFAS — нечётных. Эти сигналы используются для синхронизации между принимающей и передающей сторонами.

Просмотр данных 20:00

← Анализ ИКМ

	FAS								NFAS								
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	
0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3
4	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	5
6	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	7
8	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	9
10	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	11
12	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	13
14	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	15

LOS AIS LOF LOM RDI SER RMA LSS

Са/Si CAS BI FAS/NFAS Кадр

FAS Стоп

Рис. 12.3. Просмотр FAS/NFAS

Вкладка Просмотр FAS/NFAS позволяет посмотреть данные, передаваемые в любом из 32 ВИ (включая слова FAS/NFAS) на протяжении 16 кадров.

Для начала/остановки обновления информации на экране необходимо нажать на кнопку Старт/Стоп.

Выбор ВИ для просмотра осуществляется при нажатии на кнопку FAS.

Розовым цветом выделяются те биты, значение которых отличается от указанных в Рекомендации МСЭ-Т G.704.

## 12.4 Просмотр кадра

← Анализ ИКМ

Просмотр данных

20:01

	ВИ 0 - 15								ВИ 16 - 31								
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	17
2	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	18
3	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	19
4	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	20
5	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	21
6	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	22
7	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	23
8	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	24
9	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
10	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	26
11	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	27
12	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	28
13	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	29
14	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	30
15	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	31

LOS

AIS

LOF

LOM

RDI

SER

RMA

LSS

Кадр

Стоп

Рис. 12.4. Просмотр кадра

На вкладке Просмотр кадра отображается содержимое всех 32 ВИ. Для начала/остановки обновления информации на экране необходимо нажать на кнопку Старт/Стоп.




---

## 13. Сохранение/загрузка результатов измерений

---



Кнопка  отображается в режиме измерений в левой части экрана между панелью индикаторов состояния тестируемых интерфейсов и иконкой статуса батареи. Она предназначена для сохранения/загрузки результатов измерений джиттера, формы импульса, МТJ, JTF и базовых измерений. При нажатии на эту кнопку появляется окно, представленное на рисунке ниже.

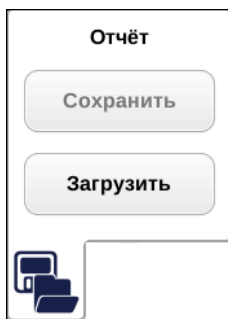


Рис. 13.1. Сохранение/загрузка результатов измерений

*Примечание:* во время проведения измерений кнопки **Сохранить** и **Загрузить** становятся недоступными.

Кнопка **Сохранить** доступна только после завершения измерений. При нажатии на данную кнопку происходит генерация и сохранение отчёта, а также отображение окна с информацией о том, в какой файл был сохранён отчёт.

Отчёты сохраняются в следующие каталоги<sup>1</sup>:

`/home/user/bercut_mmt/e1/g821_g826` — базовые измерения;

`/home/user/bercut_mmt/e1/jitter` — джиттер;

---

<sup>1</sup>Описание структуры каталогов приведено в приложении С.

/home/user/bercut\_mmt/e1/pshape — форма импульса;

/home/user/bercut\_mmt/e1/jitter — джиттер;

/home/user/bercut\_mmt/e1/mtj — MTJ;

/home/user/bercut\_mmt/e1/jtf — JTF.

Кнопка **Загрузить** доступна до проведения измерений. При нажатии на данную кнопку появляется диалоговое окно, позволяющее выбрать загружаемый отчёт из списка сохранённых отчётов (см. рис. 13.2).

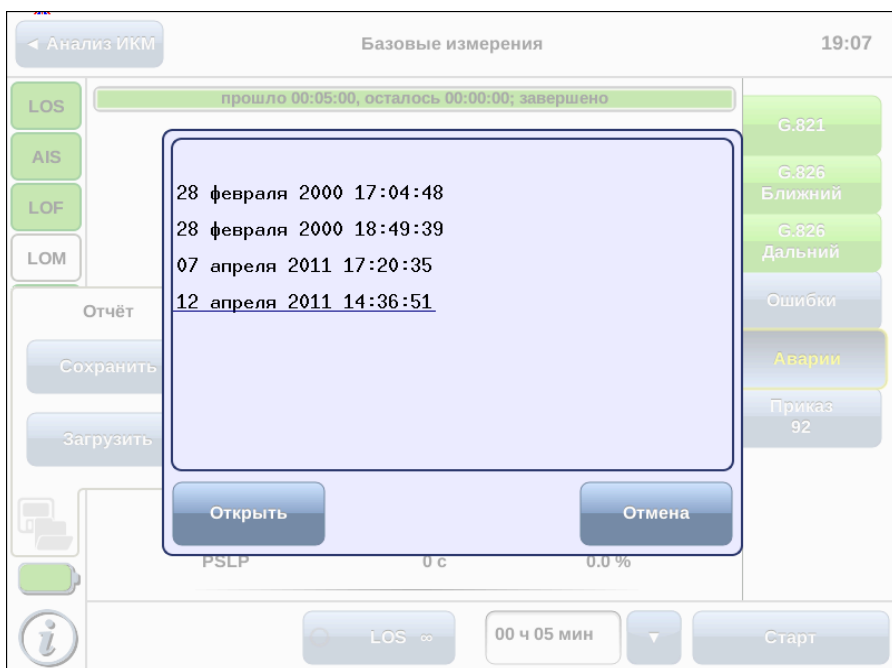


Рис. 13.2. Список сохранённых отчётов

При нажатии на кнопку **Открыть** выбранный отчёт отображается в соответствующем окне (см. рис. 13.3).

При нажатии на кнопку **Отмена** диалоговое окно закрывается.

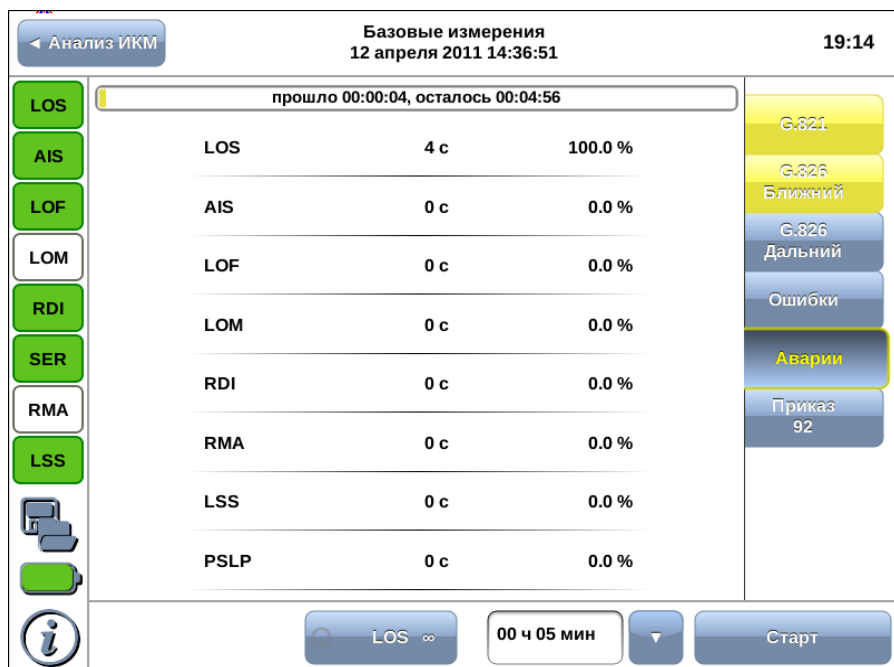


Рис. 13.3. Отчёт о проведённых измерениях

В заголовке окна приведена информация о дате и времени сохранения отчёта.

*Примечание:* прибор **Беркут-ММТ** позволяет производить экспорт всех сохранённых отчётов на USB-накопитель. Подробное описание представлено в брошюре «**Беркут-ММТ**. Универсальный анализатор телекоммуникационных сетей. Руководство по эксплуатации».





## 14. Методика поверки

Поверку прибора **Беркут-ММТ** с модулем Е1 следует производить не реже одного раза в три года и после каждого ремонта в соответствии с методикой поверки, описанной ниже.

### 14.1 Общие сведения

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки анализатора универсального телекоммуникационных сетей **Беркут-ММТ** (далее — анализатора) с модулем Е1.

### 14.2 Операции поверки

При проведении поверки должны быть выполнены операции поверки, указанные в табл. 14.1.

Таблица 14.1. Операции поверки

Наименование операции	Раздел методики	Проведение операции при первичной поверке	Проведение операции при периодической поверке
Внешний осмотр	14.8.1	Да	Да
Опробование	14.8.2	Да	Да
Определение погрешности установки тактовой частоты	14.8.3	Да	Да
Определение параметров выходных импульсов	14.8.4	Да	Да
Определение погрешности измерения размаха джиттера (фазового дрожания) — при наличии в поверяемом анализаторе опции измерения джиттера	14.8.5	Да	Да

Таблица 14.1. Операции поверки (продолжение)

Определение чувствительности входа (максимально допустимого затухания для входных сигналов)	14.8.6	Да	Нет
---	--------	----	-----

### 14.3 Средства поверки

Поверка анализатора должна производиться с помощью основных и вспомогательных средств поверки, перечисленных в табл. 14.2.

Таблица 14.2. Средства поверки

Раздел методики	Наименование и тип средства поверки, метрологические характеристики
14.8.3	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-63/1: 0,03–10 В, $\pm 5 \times 10^{-7} f \pm 1$ ед. счета; $\geq 1$ МОм, 50 Ом
14.8.4	Осциллограф двухканальный широкополосный С1-97: 0–350 МГц; 20 мВ–8 В, время нарастания переходной характеристики менее 1 нс; погрешность по оси $X \leq 1\%$ и $Y \leq 1,5\%$
14.8.5	Измеритель модуляции СКЗ-45: 0,1–500 МГц, частота модуляции 0,02–200 кГц, пределы измерения девиации частоты 1– $10^6$ Гц, основная погрешность $\pm 2\%$
14.8.6	Магазин затуханий ТТ-4103/17: 75/150 Ом, 0–2 МГц; 80 дБ $\pm$ 0,2 дБ

Допускается использование других средств поверки с аналогичными метрологическими характеристиками.

Средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства о поверке.

### 14.4 Требования к квалификации

Поверка должна выполняться лицами, аттестованными в качестве поверителей радиотехнических величин и изучившими настоящую методику и руководства по эксплуатации анализатора и средств поверки.

## 14.5 Требования безопасности

При поверке должны выполняться меры безопасности, указанные в руководствах и инструкциях по эксплуатации поверяемого анализатора и средств поверки.

## 14.6 Условия поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды  $(20\pm 5)^\circ\text{C}$ ;
- относительная влажность воздуха  $(65\pm 15)\%$ ;
- атмосферное давление  $(100\pm 8)$  кПа.;
- напряжение сети питания  $(220\pm 11)$  В;
- частота промышленной сети  $(50\pm 0,5)$  Гц.

## 14.7 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки следует проверить наличие эксплуатационной документации и срок действия свидетельств о поверке на средства поверки. Включить средства поверки и прогреть их в течение времени, указанного в инструкции по эксплуатации.

## 14.8 Проведение поверки

### 14.8.1 Внешний осмотр

Визуальным осмотром проверяют соответствие анализатора технической документации в части комплектности, качества покрытий, фиксации регулировочных элементов, габаритных размеров, маркировки и упаковки. Проверяют также отсутствие видимых повреждений, целостность соединительных кабелей, зажимов и разъемов.

## 14.8.2 Опробование

Опробование проводят, пользуясь руководством по эксплуатации. Сначала выполняют подготовку анализатора к работе в соответствии с руководством по эксплуатации. Проверяют возможность подключения к электросети, включения анализатора. Включают анализатор нажатием красной кнопки на передней панели анализатора.

Проверяют номер версии встроенного программного обеспечения (ПО), высвечиваемый на экране поверяемого прибора в режиме «Настройки». Он должен быть не ниже 0.0.9-1.

Опробование проводят при выполнении основной измерительной функции — измерения ошибок.

1. Анализатор включают «на себя»: выход Tx подключается ко входу Rx.
2. В программе «ИКМ» на вкладке «Линейный интерфейс» устанавливают:

<b>Режим</b>	Терминал
<b>Синхронизация Tx</b>	Внутренняя
<b>Структура потока</b>	ИКМ30С

3. В приложении «Временные интервалы» для всех ВИ на приём и передачу выбирают ПСП 2e15.
4. В приложении «Генерация событий» выбирают вставку ошибки ВП, параметр Количество устанавливают равным 1.
5. Переходят к приложению «Базовые измерения». Начинают измерения с помощью команды «Старт» и, нажимая клавишу ввода ошибок, на которой отображается вид вводимых ошибок, в данном случае «ВП», наблюдают количество регистрируемых ошибок на вкладке «Ошибки». Правильная регистрация ошибок свидетельствует о работоспособности прибора.

Проверяют функционирование в режиме измерения джиттера, включив прибор «на себя». При установленной комбинации 2e15-1 в приложении «Джиттер» устанавливают частоту 1000 Гц и амплитуду 1 U<sub>pp</sub><sup>1</sup>. Нажимают программную клавишу «Старт» и считы-

---

<sup>1</sup>Единичный (тактовый) интервал (U<sub>pp</sub>) соответствует для цифрового сигнала с тактовой частотой 2048 кГц значению времени, равному 488 нс

вают показание в верхней части экрана (для фильтра «20 Гц...100 кГц»), которое должно быть порядка 1 UIpp.

Если опробование покажет правильное функционирование прибора, приступают к поверке.

### 14.8.3 Погрешность установки тактовой частоты

Тактовую частоту измеряют, включив прибор «на себя».

1. В приложении «Линейный интерфейс» устанавливают:

<b>Режим</b>	Терминал
<b>Структура потока</b>	Без структуры

2. В приложении «Временный интервалы» для всех ВИ на приём и передачу выбирают тестовую последовательность Все 1.
3. Подключают частотомер и измеряют частоту согласно инструкции по эксплуатации частотомера путем одноразового считывания при установившемся показании.

Анализатор признается годным, если измеренное значение тактовой частоты находится в пределах от 1023997 до 1024003 Гц.

### 14.8.4 Определение параметров выходных импульсов

Амплитуду и длительность (на уровне 50% амплитуды) выходных импульсов определяют с помощью осциллографа в том же режиме измерительного сигнала, что и в п.14.8.3.

Анализатор признают годным, если измеренные значения параметров выходных импульсов находятся в следующих пределах:

- амплитуда импульса — от 2,7 до 3,3 В;
- длительность (на уровне 50% амплитуды) — от 219 до 269 нс.

### 14.8.5 Погрешность измерения размаха джиттера

Для определение погрешности измерения фазового джиттера (при наличии в поверяемом анализаторе опции измерения джиттера) прибор подключают по схеме, приведённой на рис. 14.1.

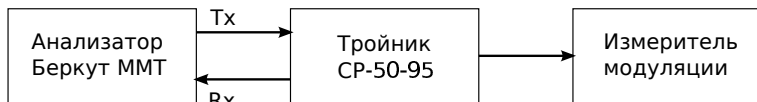


Рис. 14.1. Схема для определения погрешности измерения размаха джиттера

В качестве генератора испытательной последовательности импульсов с заданным значением размаха джиттера (фазового дрожания) используют другое средство измерения, обеспечивающее генерацию фазового джиттера цифрового сигнала на скорости 2048 кГц; допускается использовать выход поверяемого анализатора (Tx). Передатчик формирует фазомодулированный сигнал и измеритель частотной модуляции, например СКЗ-45, контролирует частотную модуляцию, а следовательно, и размах джиттера (фазового дрожания).

Измерения размаха джиттера выполняют на модулирующих частотах 0,02; 0,1; 1,0; 18, 50 и 90 кГц, предварительно установив на выходе анализатора в соответствии с руководством по эксплуатации испытательную последовательность в виде одних единиц, размах вводимого джиттера и частоту в соответствии с табл. 14.3 .

Таблица 14.3. Размах и частота джиттера

Частота, F <sub>м</sub> , кГц	0,1	1,0	18	50	90
Размах, U <sub>рр</sub>	1,5; 10	0,1; 1,0	0,1; 0,5	0,2	0,2

Настраивают измеритель модуляции СКЗ-45 (в соответствии с инструкцией по его эксплуатации) для измерения девиации на частоте, равной половине тактовой частоты (т.е. 1,024 МГц). Убеждаются в наличии введенного джиттера и производят отсчет показания **A** анализатора, считывая результаты для фильтра «20 Гц ... 100 кГц» , и измерителя модуляции  $\Delta f$ .

Погрешность измерения  $\Delta_i$  размаха джиттера для частот модуляции 0,02; 0,1; 1,0; 18, 50 и 90 кГц рассчитывают по формуле:

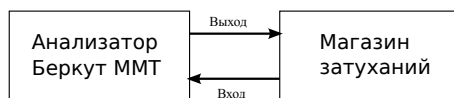
$$\Delta_i = (A - 2\Delta f / \pi F_M) / 2\Delta f / \pi F_M$$

Результаты испытаний считают положительными, если найденные значения  $\Delta_i$  не превышают  $\pm(0,05A + 0,035)U_{рр}$ .

Погрешность измерения размаха джиттера допускается определять по рабочему эталону, позволяющему проводить прямые измерения с погрешностью не более 0,5 от максимально допускаемой погрешности измерения.

### 14.8.6 Определение чувствительности приёмника

Определение чувствительности приемника (максимального затухания сигнала на входе относительно номинального уровня) производится по схеме на рисунке 14.2 путем проверки функционирования анализатора на отсутствие ошибок при включения «на себя» через магазин затуханий или аттенуатор.



**Рис. 14.2.** Определение чувствительности входа приемника

После подключения прибора устанавливают затухание аттенуатора, равное 36 дБ. В приложении «Линейный интерфейс» ⇒ «Дополнительно» ⇒ «Коррекция» устанавливают «Длинная линия».

Производят измерение ошибок. Анализатор признается годным, если за время 10–15 с в приложении «Базовые измерения» на вкладках «Ошибки» и «Аварии» не наблюдалось ошибок и аварийных сигналов.

## 14.9 Оформление результатов поверки

Результаты поверки оформляют путем записи в рабочем журнале и выдачи свидетельства установленной формы в случае соответствия анализатора требованиям, указанным в технической документации.

В случае отрицательных результатов поверки на анализатор выдают извещение о непригодности с указанием причин бракования.





## А. Спецификации

### А.1 Характеристики передатчика

Интерфейсы	Тх: Е1 2048 кбит/с (симметричный, 120 Ом, разъёмы RJ-45).
Кодирование	AMI, HDB-3; форма импульсов по МСЭ-Т G.703.
Частота передатчика	2048 кбит/с $\pm 3$ ppm, регулируемая $\pm 600$ Гц.
Синхронизация	Внутренняя, внешняя от Sync или Rx.
Цикловая структура	Неструктурированная. ИКМ-31: G.704 с CRC-4, инвертированный CRC-4 или без CRC-4. ИКМ-30: G.704 с CAS, с CRC-4, инвертированный CRC-4 или без CRC-4.
Тестовые последовательности	Все нули, все единицы, 55, пользовательская. ПСП $2^n - 1$ , $n = 6, 9, 11, 15, 23$ . Передача/приём инвертированной тестовой последовательности. Скорость тестирования: $N \times 64$ кбит/с, $N=1...32$ .
Ввод ошибок	Генерация аварий: непрерывная, фиксированной длительности. Вставка ошибок: разовая, непрерывная с заданной частотой. Частота ошибок: $10^{-3}, 10^{-4}, 10^{-5}, 10^{-6}, 10^{-7}$ . Вставка аварий: LOS, AIS, LOF, LOM, RDI, RMA, LSS, ARTF. Вставка ошибок: CODE, CRCE, MFSE, PSLP+, BIT, FASE, REBE, PSLP-.
Выходной джиттер	Максимальная амплитуда выходного джиттера не превышает $0,05 U_{pp}$ ( $1 U_{pp}=488$ нс) в полосе 20 Гц – 100 кГц, в режиме синхронизации передатчика от входа Sync и генерации последовательности «все 1» (передача сигнала AIS).
Генерация джиттера	Диапазон вводимого джиттера $0,1 - 10 U_{pp}$

## А.2 Технические характеристики приёмника

Интерфейсы	<p>Входы приёмника (Rx и Sync) симметричны относительно «земли» и обеспечивают следующие параметры (Рек. G.703 ITU-T):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– номинальное входное сопротивление в режиме терминал — <math>(120 \pm 6)</math> Ом на частоте 1024 кГц;</li> <li>– входное сопротивление в режиме монитор не менее 4 кОм на частоте 1024 кГц.</li> </ul>
Скорость передачи	2048 кбит/с (2 порта Rx, Sync); отклонение тактовой частоты до $\pm 400$ Гц от номинальной.
Входная чувствительность	Режим короткая линия: Rx 0...10 дБ, Sync 0...10 дБ. Режим длинная линия: Rx 0...18 дБ (активный аттенуатор); Rx 0...36 дБ (реальная линия или эквивалент линии).
Кодирование	АМ, HDB-3; форма импульсов по МСЭ-Т G.703.
Цикловая структура	<p>Неструктурированная.</p> <p>ИКМ-31: G.704 с CRC-4, инвертированный CRC-4 или без CRC-4.</p> <p>ИКМ-30: G.704 с CAS, с CRC-4, инвертированный CRC-4 или без CRC-4.</p>
Контроль параметров тракта	<p>Аварии: цветные индикаторы событий, аварийные секунды, коэффициент аварийных секунд, хронограммы.</p> <p>Количество ошибок, коэффициент ошибок, гистограммы.</p> <p>Результаты: G.821, G.826/M.2100.</p> <p>Измерение тактовой частоты принимаемого сигнала.</p> <p>Измерение задержки распространения сигнала.</p>
Осциллограф	Просмотр сигнала порта Rx; полоса частот 0,01 – 10 МГц; автоматическое усиление.
Форма импульса	Измерение сигнала по порту Rx; полоса частот 0,01 – 110 МГц; маска G.703.

Измерение джиттера	Диапазон измеряемого джиттера 0,1–10 U <sub>Ирр</sub> . Амплитуда джиттера (измерения по G.823) до 10 U <sub>Ирр</sub> с частотой не более 400 Гц и до 0,4 U <sub>Ирр</sub> с частотой не менее 40 кГц (на частотах от 400 Гц до 40 кГц допустимая амплитуда джиттера линейно уменьшается от 10 U <sub>Ирр</sub> до 0,4 U <sub>Ирр</sub> ). Погрешность измерения джиттера $\pm(0,05A+0,035) U_{Ирр}$
--------------------	---

### А.3 Гарнитура

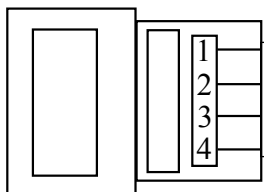


Рис. А.1. Схема контактов разъёма гарнитуры

Таблица А.3. Контакты разъёма гарнитуры

Номер контакта	Назначение	Цвет провода
1	Микрофон «-»	зеленый
2	Телефон	черный
3	Телефон	красный
4	Микрофон «+»	белый

## А.4 Назначение контактов разъёмов Rx/Tx и Sync

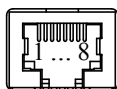


Рис. А.2. Схема контактов

Таблица А.4. Назначение контактов разъёма Rx/Tx

Режим «Анализ ИКМ»		Режим «Анализ протоколов»	
Номер контакта	Назначение	Номер контакта	Назначение
1	—	1	RX0
2	—	2	RX0
3	—	3	—
4	TX	4	TX
5	TX	5	TX
6	—	6	—
7	RX	7	RX1
8	RX	8	RX1

Таблица А.5. Назначение контактов разъёма Sync

Режим «Анализ ИКМ»		Режим «Анализ протоколов»	
Номер контакта	Назначение	Номер контакта	Назначение
1	—	1	R2
2	—	2	R2
3	—	3	—
4	—	4	—
5	—	5	—
6	—	6	—
7	Sync	7	R3
8	Sync	8	R3



## А.5 Условия эксплуатации

Таблица А.6. Условия эксплуатации

Диапазон рабочих температур	5–35°C
Диапазон температур транспортировки и хранения	-20 ... +35°C
Относительная влажность воздуха	80% при температуре 25°C

## В. Устранение неисправностей

Таблица В.1. Возможные неисправности

Характерные признаки неисправности	Возможная причина	Метод устранения
 Светодиодный индикатор горит красным	Модуль находится в нерабочем режиме вследствие установки некорректного ПО	Обновить версию прошивки микроконтроллера ещё раз, используя корректную версию
 Светодиодный индикатор не горит (питание подано)	Модуль находится в нерабочем режиме вследствие установки некорректного ПО	Обновить версию прошивки микроконтроллера ещё раз, используя корректную версию
	Модуль неисправен	Осуществить ремонт модуля в сервисном центре



## С. Структура каталогов

Для хранения отчётов (результатов измерений) и трейс-файлов в приборе **Беркут-ММТ** организована следующая структура каталогов.

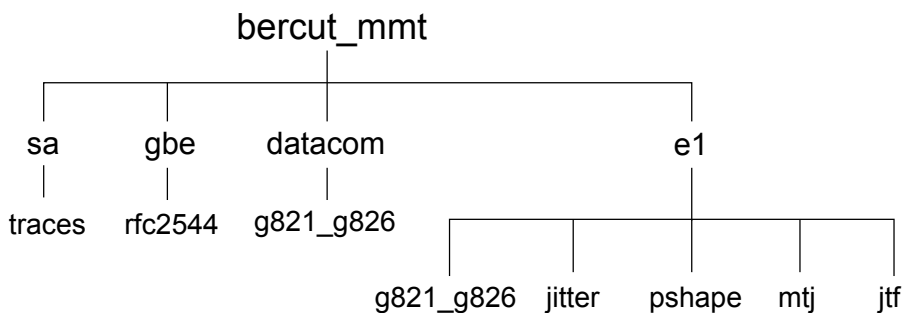


Рис. С.1. Структура каталогов

Папка `bercut_mmt` находится в домашнем каталоге пользователя.

Отчёты и декодированные трейс-файлы сохраняются в текстовом формате (с расширением `*.txt`). Недекодированные трейс-файлы имеют расширение `*.dat`. Хронограммы сохраняются в форматах `txt` и `csv`.

<code>sa</code>	Подсистема анализа протоколов
<code>traces</code>	Трейс-файлы (в том числе и декодированные)
<code>gbe</code>	Подсистема анализа Ethernet/Gigabit Ethernet
<code>rfc2544</code>	Измерения по методике RFC 2544
<code>datacom</code>	Подсистема DataCom
<code>g821_g826</code>	Базовые измерения
<code>e1</code>	Подсистема анализа ИКМ
<code>g821_g826</code>	Базовые измерения
<code>jitter</code>	Джиттер
<code>pshape</code>	Форма импульса и осциллограмма
<code>mtj</code>	МТJ
<code>jtf</code>	JTF





---

## Литература

---

- [1] ITU-T G.821 (12/02), «Error performance of an international digital connection operating at a bit rate below the primary rate and forming part of an Integrated Services Digital Network»
- [2] ITU-T G.826 (12/02), «End-to-end error performance parameters and objectives for international, constant bit-rate digital paths and connections»
- [3] ITU-T M.2100 (04/03), «Performance limits for bringing-into-service and maintenance of international multi-operator PDH paths and connections»
- [4] ITU-T G.703 (11/01), «Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces»
- [5] ITU-T O.171 (04/97) «Timing jitter and wander measuring equipment for digital systems which are based on the PDH»
- [6] ITU-T O.150 (05/96), «General requirements for instrumentation for performance measurements on digital transmission equipment»
- [7] ITU-T G.736 (03/93), «Characteristics of a synchronous digital multiplex equipment operating at 2048 kbit/s»
- [8] ITU-T G.823 (03/2000) «The control of jitter and wander within digital networks which are based on the 2048 kbit/s hierarchy»
- [9] ITU-T G.704 (10/98) «Synchronous frame structures used at 1544, 6312, 2048, 8448 and 44 736 kbit/s hierarchical levels»